Nr. 1-12
F 2434
2356
VIII M

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

1

Ianuarie 1956

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Передовая — Трудиться и бороться за выполнение второй пятилетки 3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИЙ

Инж. А. ГИЛЕЗАН — Скоростные методы спектрального анализа сырья, материалов и деталей 5

Инж. С. МАРКУ — Новые направления в строительстве измерительных электроприборов . . . 9

Инж. З. ДУКА — Динамометр с пневматическим ловителем для измерения составляющих давления при резании 15

Инж. К. АРБОРЕ — Значение измерительных приборов для безопасности труда 19

Инж. С. МАНОЛЕСКУ — Пластинки модель для измерения твердости 22

Стр.

Инж. ФЛ. ОНИЦИУ — Отклонения и допустимые погрешности, которые должны были-бы выражаться в абсолютных величинах 25

Инж. А. СЗРНДЕ — Некоторые обязательства метрологии в связи с испытаниями электрических материалов 28

Инж. Д. ИВАНОВИЧ и К. КОПОЮ — Об улучшении качества тарелок для весов 35

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Инж. БУДИШТЯНУ и инж. И. КРАФУ — Применения, контроль и сохранность измерительных приборов в сельскохозяйственных предприятиях 39

ИЗ ОПЫТА ПРЕДПРИЯТИЙ

Химик Г. ДОЧУ, Предприятие „Ынфрэцыря", Орадя — Твердое хромирование как средство восстановления измерительных приборов 43

SOMMAIRE

Pag.

ARTICLE ÉDITORIAL — Mobilisons nos forces pour réaliser les objectifs du second plan quinquenal 3

PROBLÈMES TEHNIQUES DE LA MÉTROLOGIE APPLIQUÉE

Ing. A. GHILEZAN — Méthodes rapides pour l'analyse spectrale des matières premières, des materiaux et des pièces 5

Ing. S. MARCU — Nouvelles orientations dans la construction des instruments de mesure 9

Ing. Z. DUCA — Dinamomètre à comparateur pneumatique pour la mesure des composantes de la poussée de coupe 15

Ing. C. ARBORE — L'importance des instruments de mesure quant à la protection du travail . 19

Ing. S. MANOLESCU — Disques étalon de dureté 22

Ing. FL. ONIȚIU — Ecarts et ereurs tolérées qui devraient être exprimées en valeurs absolues 25

Ing. A. SZENDE — Quelques charges de la Métrologie, relatives aux essais sur les produits électrotehniques 28

Pag.

Ing. C. IVANOVICI et C. COPOIU — Sur l'amélioration de la qualité des fléaux des balances 35

PROBLÈMES ÉCONOMIQUES ET D'ORGANISATION DE LA MÉTROLOGIE APPLIQUÉE

Ing. P. DUDIȘTEANU et Ing. I. KRAFT — L'utilisation, la conservation et le contrôle des instruments de mesure dans les unités agricoles 39

DE L'EXPERIENCE DES ENTREPRISES

GH. DOCZY, chimiste a „Înfrățirea", Oradea — Le chromage dur, moyen de reconditionner les instruments de mesure 43

INNOVATIONS

— Dispositif pour le lavage à l'eau de la verrerie de laboratoire

NOTES ET INFORMATIONS MÉTROLOGIQUES

GUIDE LÉGISLATIF

ANUL III Nr. 1

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

APARE LUNAR SUB INGRIJIREA
UNUI COMITET DE REDACȚIE

1

Ianuarie 1956

1989

F
2434

S U M A R

Pagina

EDITORIAL: La muncă și la luptă pentru îndeplinirea celui de al 2-lea plan cincinal 3

PROBLEMELE TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. A. GHILEZAN: Metode rapide pentru analiza spectrală a materiilor prime, materialelor și pieselor 5

Ing. S. MARCU: Orientări noi în construcția aparatelor electrice de măsurat 9

Ing. Z. DUCA: Dinanometru cu captator pneumatic pentru măsurarea componentelor apăsării de așchiere 15

Ing. C. ARBORE: Importanța aparatelor de măsurat pentru protecția muncii . . . 19

Ing. S. MANOLESCU: Plăcuțe model de duritate 22

Ing. FL. ONIȚIU: Abateri și erori tolerate care ar trebui exprimate în valoare absolută 25

Ing. A. SZENDE: Unele sarcini ale metrologiei în legătură cu încercarea produselor electrotehnice 28

Ing. GH. IVANOVICI și C. COPOIU: Asupra îmbunătățirii calității talerelor pentru balanțe 35

PROBLEME ECONOMICO-ORGANIZATORICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. DUDIȘTEANU PETRE și Ing. I. KRAFT: Folosirea, controlul și păstrarea aparatelor de măsurat în unitățile agricole 39

DIN EXPERIENȚA ÎNTREPRINDERILOR

Chimist GH. DOCZY-Oradea, Intrep. „Înfrățirea": Cromare dură ca mijloc de recondiționare a instrumentelor de măsurat 43

INOVAȚII

* * *: Dispozitiv de spălare a sticlăriei gradate 48

ÎNDRUMĂTOR LEGISLATIV

NOTE ȘI INFORMAȚII METROLOGICE

Budapesti Műszaki Egyetem
Központi Könyvtára
Folyóiratelt. 4946

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1949

La muncă și la luptă pentru îndeplinirea celui de al 2-lea plan cincinal

Oamenii muncii din țara noastră au pășit cu entuziasm încă la începutul acestui an, la înfăptuirea mărețului program de dezvoltare mai departe a economiei naționale pe drumul socialismului, elaborat de cel de al II-lea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn și concretizat în raportul de activitate a C.C. al P.M.R. și în Directivele cu privire la cel de al 2-lea plan cincinal. Raportul de activitate al C.C. P.M.R. prezentat de tov. Gh. Gheorghiu-Dej, arată că „sarcina fundamentală a celui de al 2-lea plan cincinal, este făurirea economiei socialiste unitare, în care, pe baza dezvoltării continue a industriei socialiste, să se asigure transformarea socialistă a agriculturii, astfel ca în 1960, sectorul socialist în agricultură să fie preponderent, atît ca suprafață, cît și ca producție marfă".

Potrivit Directivelor Congresului, producția globală a industriei socialiste va crește în cel de al 2-lea plan cincinal cu 60—65% în așa fel ca, în 1960 ea să fie de 5,4 —5,6 ori mai mare decît în 1948 și de 4,5—4,8 ori mai mare decît în 1938.

Pe baza înfăptuirii cu fermitate a politicii de dezvoltare cu prioritate a industriei grele, se vor dezvolta acele ramuri care sînt hotărîtoare pentru construirea bazei economice a socialismului: industria extractivă, energetică, siderurgică, construcției de mașini, chimică, industria materialelor de construcții. Directivele acordă o mare însemnătate îmbunătățirii radicale a indicilor calitativi ai activității economice a industriei. În acest scop, se prevede creșterea productivității muncii cu cel puțin 45—50% și reducerea prețului de cost cu cel puțin 15—20%.

Documentele Congresului al II-lea al Partidului precum și Directivele cu privire la cel de al 2-lea plan cincinal, acordă o deosebită însemnătate introducerii tehnicii noi în toate ramurile economiei naționale, pe baza mecanizării, automatizării și electrificării procesului de producție, a introducerii în toate verigile producției a tehnologiei moderne. Toate ramurile economiei trebuie înzestrat cu mașini și utilaje de o concepție tehnică modernă al căror randament și performanțe să fie comparabile cu cele mai bune realizări ale tehnicii contemporane.

Toate acestea ridică noi sarcini importante în fața metrologiei din țara noastră. Creșterea producției, îmbunătățirea calității produselor, reducerea prețului de cost pe baza micșorării cheltuielilor de producție, a rebuturilor, deșeurilor, etc., sînt de neînchipuit, fără realizarea unor noi succese în perfecționarea tehnicii măsurării, fără ridicarea activității metrologice în unitățile din industrie, agricultură și transporturi, pe o treaptă nouă, mai înaltă.

Documentele Congresului au scos în evidență cu putere, prezența unui consum exagerat de combustibil, de materii prime în anumite ramuri și întreprnderi. Desigur că aceste deficiențe vor putea fi îndepărtate, prin-

tre altele, şi printr-o precizie mai mare a măsurărilor, care să asigure o strictă disciplină tehnologică în producţie.

In directivele Congresului al II-lea al Partidului cu privire la cel de al 2-lea plan cincinal, se dă o mare însemnătate creşterii producţiei de utilaj metrologic. In acest scop, în Directive se arată că „se va mări producţia de aparate de măsură şi control, acordîndu-se o atenţie deosebită fabricării de contoare de gaze pentru uz casnic şi industrial".

In lumina sarcinilor celui de al 2-lea plan cincinal, lucrătorii Direcţiei Generale de Metrologie, vor trebui să-şi îmbunătăţească multilateral activitatea, lărgind domeniul verificărilor, mărind numărul şi calitatea acestora, acordînd un sprijin eficace întreprinderilor, în ceea ce priveşte organizarea şi îmbunătăţirea activităţii reţelei metrologice şi în general lărgind sfera asistenţei tehnice acordată unităţilor din industrie, agricultură şi transporturi, pe linie metrologică. Uzinele constructoare de aparate şi instrumente de măsurat, vor trebui ajutate în mod rodnic, în direcţia creşterii şi perfecţionării neîntrerupte a producţiei.

Perspectivele luminoase ce se deschid în cel de al 2-lea plan cincinal, mobilizează iniţiativa creatoare şi elanul în muncă al tuturor celor ce muncesc.

Alături de toţi oamenii muncii, lucrătorii Direcţiei Generale de Metrologie vor face tot ce le stă în puterea lor pentru a aduce o contribuţie cît mai deplină la îndeplinirea sarcinilor celui de al 2-lea plan cincinal, pentru înflorirea scumpei noastre patrii, pentru construirea socialismului, pentru o viaţă fericită şi îmbelşugată a poporului nostru muncitor.

Metode rapide pentru analiza spectrală a materiilor prime, materialelor și pieselor

Ing. A. GHILEZAN

Спектральный анализ является одним из самых скоростных и чувствительных методов анализа. С целью улучшения условий работы существующих спектрографов и и повышения их производительности, им были принесены усовершенствования, как-то замена испытательных образцов специального сечения угольными электродами, выполнение стилоскопа с подвижным окуляром и упрощенного промышленного спектрометра. В статье описываются эти скоростные методы, которые применяются на заводах „Стягул Рошу", „Прототип" и 23 Аугуст".

★

L'analyse spectrale est une des plus rapides et sensibles méthodes d'analyse. Pour améliorer les conditions de travail aux spectographes existentes et pour en augmenter le randement, on y a apporté quelques perfectionnements: le remplassement des eprouvettes à section spéciale par des électrodes à graphite, la réalisation d'un styloscope à oculaire mobile et spectre réel de comparaison, la construction d'un spectomètre industriel simplifié. L'auteur expose ces méthodes rapides telles quelles ont été appliquées aux usines „Le Drapeau Rouge", „Prototype" et „23 Août".

Principiul de funcționare al aparatelor spectrale se bazează pe refracția luminii. Prin refracție lumina albă se descompune în diferite culori ce formează spectrul. Aparatele spectrale au în esență o fantă, pe cît posibil de îngustă, prin care lumina pătrunde paralel cu muchia unei prisme, pe care banda de lumină se refractă. De aceea banda e privită cu o lunetă.

Spectroscopul, în general, se construește ca un aparat manual. Dacă aparatul este prevăzut cu

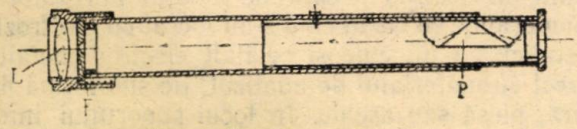


Fig. 1. Spectroscop manual

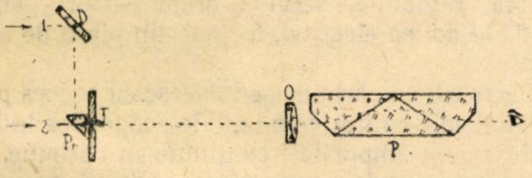


Fig. 2. Schema optică a spectroscopului de buzunar

un cerc gradat, vernier, mișcare fină, etc. se numește spectrometru. *Spectroscopul* permite numai observarea spectrului; cu ajutorul *spectrometrului* se pot executa măsurări. Dacă spectrometrul este prevăzut cu o cameră fotografică, atunci poartă denumirea de *spectrograf*.

Spectroscopul manual (fig. 1) este prevăzut cu o prismă cu viziune directă, construită din trei prisme. Această construcție a prismei mărește refracția, astfel că se obține un spectru mai lung. Prin fanta anterioară F lumina ajunge la prisma P. În fața fantei se află o lentilă colimatoare convergentă L. Acest spectroscop poate fi prevăzut cu mai multe monturi tubulare, care să aibe diferite prisme deviatoare, simple sau compuse.

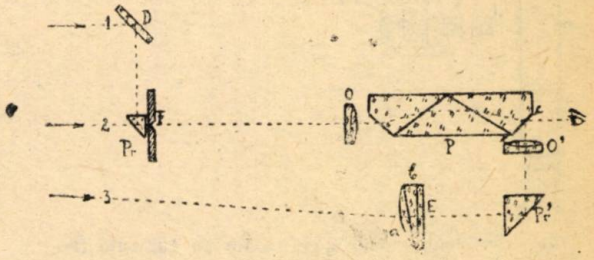


Fig. 3. Schema optică a spectroscopului de buzunar cu scară gradată

Schema optică a unui alt tip de spectroscop de buzunar este arătat în fig. 2. La acest aparat, în fața unei jumătăți a fantei F se află o prismă cu reflexie totală Pr, care se poate răsturna. Se pot observa simultan două spectre și acestea se pot compara între ele. Lumina unui izvor de lumină incide direct prin fantă pe prisma deviatoare P. Lumina celuilalt izvor de lumină, este reflectată mai întîi de oglinda D și de prisma cu reflexie totală Pr și pătrunde prin fanta F și obiectivul O la prisma dreaptă P.

Schema optică a unui spectroscop prevăzut cu un sistem de determinare a lungimii de undă este arătată în fig. 3. După cum se observă în figură, lumina aceluiaşi izvor de lumină trece odată direct în una din jumătăţile fantei şi a doua oară reflectată de oglinda D şi prisma cu reflexia totală Pr în cealaltă jumătate a fantei. În acelaş timp scara gradată este luminată, iar imaginea acesteia este reflectată de altă prismă cu deviaţia totală Pr. Dubletul O' dă o imagine subiectivă a scării gradate, care apare pentru ochi la aceeaşi distanţă ca şi spectrul. Scara gradată este prevăzută cu linii transparente pe un fond închis, astfel că acestea apar luminoase pentru ochi. Pentru ca aparatul să poată fi folosit pentru ochi, în faţa pupilei de ieşire se află un disc rotativ pe care sînt montate mai multe lentile ocular cu dioptri diferite.

În fig. 4. este arătată schema unui spectrometru montat pe un trepied, avînd o lunetă fixă şi o prismă care se roteşte. De asemenea în faţa fantei F se află prisma cu reflexie totală Pr. Pentru rotirea prismei deviatoare P se foloseşte braţul B, care roteşte prisma deviatoare P în jurul axului A cu ajutorul unui mecanism de mişcare fină M. Acest sistem este similar cu cel folosit la aparatele de măsurat cu goniometru.

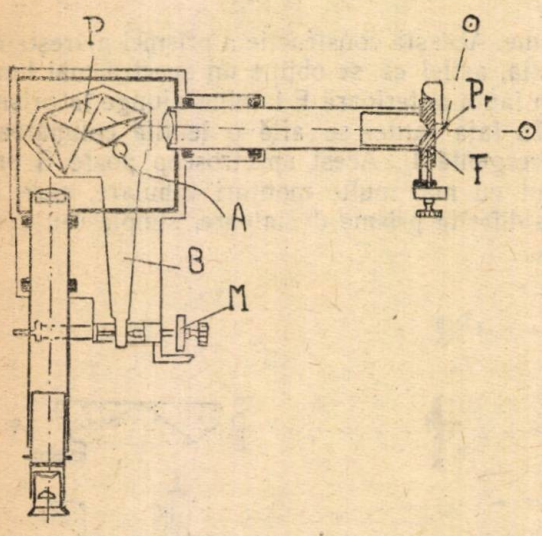


Fig. 4. Schema unui spectroscop cu tuburile fixe

În fig. 5 este arătat un spectrometru la care luneta se roteşte.

Pentru analiza spectrală calitativă, în laboratoarele unor întreprinderi metalurgice se foloseşte spectrograful Q 24, cu prismă deviatoare din cuarţ, iar ca izvor de lumină, scînteia condensată produsă de generatorul Feussner. Acest generator de scîntei cu curent alternativ serveşte pentru producerea unui curent condensat de înaltă tensiune (12000 V) între doi electrozi metalici confecţionaţi din materialul de analizat.

Electrozii metalici sînt fixaţi într-un dispozitiv special numit eclator. Scînteia oscilează între cei doi electrozi în direcţia axului optic al spectrografului. Electrozii sînt executaţi în formă de bare, cu secţiune patrată, avînd suprafeţele cît mai netede (lustruite).

La uzinele „Steagul Roşu" ivindu-se foarte dese cazuri de înlocuiri de materiale la piesele gata prelucrate, inginerii Butaliu Oxana şi Svetenco Oreste, au căutat încă din anul 1951, să folosească la maximum avantajele analizei spec-

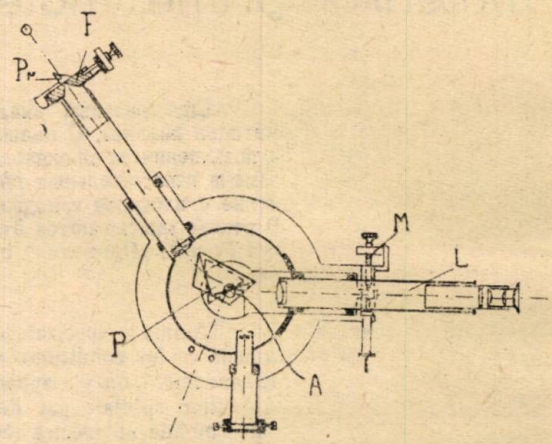


Fig. 5. Schema unui spectroscop cu posibilitate de rotire a lunetei

trale, în primul rînd în privinţa conservării materialului de analizat cît şi în ceea ce priveşte obţinerea unei mai mari rapidităţi a analizei. În acest scop ei au trecut la studiul posibilităţilor de înlăturare a electrozilor confecţionaţi din materialul de analizat.

Luînd sugestii din tratatul lui A. K. Rusanov, „Analiza spectrală a minereurilor şi mineralelor", în care se descrie analiza în spectrul de arc al minereurilor pe suport de cărbune, inovatorii au înlocuit mai întîi unul din electrozii din metal printr-un electrod de cărbune şi obţinînd rezultate comparabile cu cazul cînd s-au lucrat cu electrozi metalici, au înlocuit şi celălalt electrod metalic direct cu materialul de analizat, fie sub formă de bară, piesă sau aşchie. În locul suportului inferior al eclatorului s-a introdus o masă metalică izolată, reglabilă, servind drept suport pentru cel de al doilea electrod, format din piesa de analizat.

Electrozii cu cărbune se folosesc cu succes pentru analizele calitative adaptate scopurilor industriale, micile impurităţi conţinute în cărbune, nu influenţează deloc aprecierea calităţii produselor sau a pieselor de analizat. De asemenea cărbunele dă un spectru între 2500...4000 Å, cu foarte puţine linii spectrale. Cărbunele folosit este un cărbune de retortă utilizat pentru arcul voltaic dela microscop.

Pe baza cercetărilor de laborator, pentru obţinerea unui spectru cît mai clar, s-au determinat următoarele elemente: descărcarea electrică, distanţa între electrodul de cărbune şi piesa de

analizat, selful, forma electrodului de cărbune, sensibilitatea şi finețea grăuntelui plăcii fotografice, durata de expunere şi durata descărcării prealabile.

După executarea mai multor probe s-a ajuns la rezultatul că cea mai bună formă a electrodului de cărbune este forma unui trunchi de con.

La executarea controlului calitativ al pieselor în diferite faze de prelucrare, au fost supuse analizei piese călite, cementate, forjate (cu oxizi formați din forjare), aşchii, piese vechi înmagazinate (cu strat de rugină) şi piese murdare cu ulei. Din cauza ritmului de fabricație, care nu permitea întotdeauna să se ia precauții speciale, s-a trecut la identificarea lor în aceste condiții. S-a constatat că dacă suprafața piesei prezintă neregularități, nu există diferențe sensibile în intensitățile de undă, aşa încît identificarea se poate face în bune condiții. De asemenea uleiul nu influențează rezultatul analizei spectrale.

Deoarece nichelul şi cromul nu se oxidează în piesele din oțel aliat acoperit cu rugină, analiza spectrală nu este influențată de prezența oxizilor la piesele ruginite.

La piesele cementate analiza calitativă este posibilă, pe cînd analiza cantitativă nu este posibilă, deoarece în timpul scurt de expunere, stratul uşor de săruri de cementare nu permite a aduce în scînteie o cantitate mai mare de atomi sau ioni ai elementului de analizat.

Din cauza scoriilor care se formează la suprafața pieselor forjate, acestea nu pot fi analizate cu spectrograful, fără o pregătire prealabilă.

Pentru îmbunătățirea analizei spectrale colectivul laboratorului de chimie al Intreprinderii „Prototip" din Bucureşti a adus unele inovații la spectograful tip ISP-51. Acest spectograf este prevăzut cu o prismă deviatoare compusă din trei elemente din sticlă, care dă un spectru luminos pe o lungime de circa 90 mm, pentru lungimile de undă dela 3900... 7000 Å, iar prin rotirea prismei se poate mări intervalul dela 3600 la 10000 Å.

Pentru a-l adapta nevoilor urgente de identificare a materialelor şi de lămurire a unor confuzii de materiale, colectivul laboratorului a imaginat un dispozitiv suplimentar, asemănător cu piesa ocular a spectrografului (stiloscopului) de fabricație sovietică. Acest dispozitiv (fig. 6) se compune dintr-o placă pe care culisează un ocular de microscop, cu grosismentul de 20 x. Placa se asează în locul geamului mat al camerii obscure. Rigleta pe care este fixat ocularul poartă pe o parte o scară cu diviziuni milimetrice, iar pe cealaltă parte sînt marcate pozițiile celor mai importante linii spectrale ale metalelor uzuale şi ale impurităților metalice obişnuite.

Pentru a putea obtine analize comparative între spectrul materialului de analizat şi spectrul metalului de comparație (fier, cupru, etc) între cei doi electrozi ai eclatorului se aşează o placă din fier sau cupru, iar fiecare electrod se menține la o distanță de 2...3 mm de aceasta. Pentru ca lumina emisă de cele două arcuri electrice suprapuse să nu se încrucişeze ci să străbată fiecare

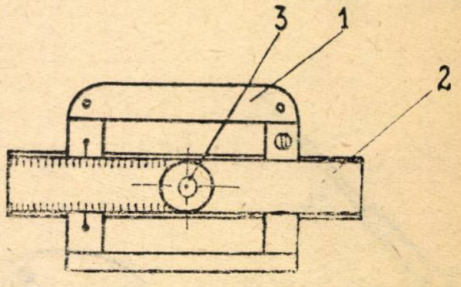


Fig. 6. Dispozitiv stiloscopic cu ocular de microscop
1 — placă; 2 — rigletă cu diviziuni; 3 — ocular

separat fanta spectrografului, placa trebuie să ajungă pînă în fața geamului protector al fantei. În ocularul stiloscopului se văd concomitent cele două spectre alăturate, astfel încît liniile ce apar în plus în spectrul materialului de examinat se observă uşor în comparație cu spectrul fierului pur.

Cum rigleta pe care este fixat ocularul stiloscopului este însemnată cu liniile de aliere, prezența acestora poate fi constatată rapid şi cu cea mai mare siguranță.

Dispozitivul se deosebeşte de stiloscoapele obişnuite prin faptul că are un ocular mobil în locul ocularelor fixe şi foloseşte un spectru de comparație real în locul unei reproduceri, mărind astfel domeniul de utilizare, prin înlocuirea metalului de comparație.

În analizele calitative rapide din laboratoarele uzinelor „23 August", metoda spectroscopică s-a dovedit foarte utilă. Metodele chimice necesită scoaterea unei aşchii, deci distrugerea piesei; deosebit de aceasta, analiza propriu zisă cere un timp destul de îndelungat, necesitînd totodată şi folosirea unor reactivi chimici costisitori. Majoritatea spectrometrelor folosite prezintă desavantajul că, avînd luneta mobilă, rigiditatea lor este redusă. La uzinele „23 August", tov. Paul Petrescu, a construit un nou aparat robust, simplu şi uşor transportabil, permițînd folosirea metodei spectroscopice în atelierele de producție, la locul de muncă.

Pentru construcția acestui aparat s-a folosit principiul de construcție al spectroscopului sovietic tip Smirnov, căruia i s-au aplicat adaptări specifice, pentru a corespunde cît mai mult condițiilor de utilizare.

Spectrometrul industrial realizat (fig. 7), montat pe trepiedul T, cuprinde tubul colimator cu

fantă CF corpul C şi luneta L. Acest spectrometru are următoarele caracteristici:

— planul optic al razelor de lumină este vertical, iar probele de analizat se aşează pe o măsuţă izolată, sub aparat;

— colimatorul este format dintr-o fantă din oţel inoxidabil F, un obiectiv acromatic O, o prismă deviatoare P din sticlă flint, cu indicele de refracţie 1,6 şi oglinda mobilă OB în jurul unui ax orizontal (fig. 8);

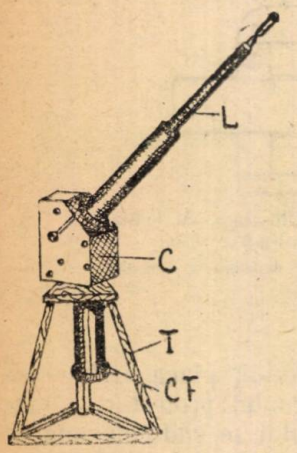


Fig. 7. Spectrometrul industrial realizat la uzinele „23 August"—Bucureşti

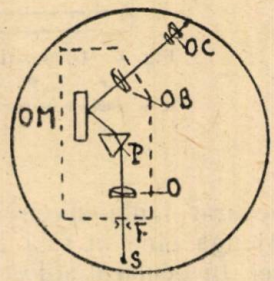


Fig. 8. Schema optică a spectrometrului industrial realizat la uzinele „23 august"—Bucureşti

— luneta este fixă şi cuprinde un obiectiv acromatic OB şi un ocular OC cu montura elicoidală.

Deplasarea spectrului este realizată prin rotirea planului optic, comandată de un pinion şi un melc. Axul de comandă este prevăzut cu un indicator şi un cadran divizat pentru cunoaşterea poziţiei liniilor spectrale. Toate aceste dispozitive sînt montate într-o cutie închisă ermetic (C din fig. 7). Aparatul poate lucra cu scîntei de înaltă frecvenţă, de circa 2 000 Hz sau cu arc de curent continuu de 80 V. Un element caracteristic al acestui spectrometru îl constituie dispozitivul de condensare a luminii pe fantă printr-o lentilă cilindrică, care se foloseşte şi la protecţia fantei, spre deosebire de majoritatea spectrometrelor la care se folosesc lentile sferice.

Spectrometrul foloseşte liniile de mare intensitate ale spectrului vizibil ca: 5208 Å pentru crom, 5506 Å şi 5553 Å pentru molibden, 5515 Å pentru wolfram, etc.

Se pot executa astfel determinări calitative pentru toate elementele de aliere conţinute în oţeluri, ca: nichel, crom, vanadiu, etc. stabilindu-se prezenţa lor în 10...30 s, iar felul oţelului în 2...3 minute.

De asemenea cu acest aparat pot fi executate determinări semicantitative, folosindu-se probe etalonate prin analize chimice — efectuate în prealabil — sau prin metoda liniilor omoloage.

Spectrometrul industrial descris mai sus poate fi întrebuinţat cu uşurinţă în orice atelier, permiţînd efectuarea a 200...300 analize pe oră.

Un alt avantaj al metodei îl constituie eliminarea rebuturilor, în special a celor provenite din tratamente termice sau din schimbări accidentale de material, putîndu-se controla mii de piese pe zi, fără să se stingherească cu nimic circuitul de fabricaţie.

Aceste avantaje fac ca aparatul să poată fi aplicat cu succes la locul de muncă, oriunde sînt cerute analize calitative şi semicantitative rapide şi în număr mare.

SE PRIMESC ABONAMENTE PE ANUL 1956 LA REVISTA
„METROLOGIA APLICATĂ"
CERERILE DE ABONAMENTE ATÎT ALE
INTREPRINDERILOR ŞI INSTITUŢIILOR
CÎT ŞI CELE INDIVIDUALE SE VOR ADRESA:
DIRECŢIA GENERALĂ DE METROLOGIE
STR. ŞTIRBEI VODA Nr. 186 — BUCUREŞTI

Orientări noi în construcţia aparatelor electrice de măsurat

Ing. S. MARCU

Статья содержит новые направления по конструкции измерительных электроприборов с точки зрения принципа их работы, применяемых материалов и технологии изготовления, с целью обеспечения их высокой точности и прочности.

В первой части статьи напечатанной в настоящем комере журнала, излагается вышеуказанная точка зрения, а в следующей статье будут указаны новые принципы применяемые при проэктировании измерительных электроприборов.

★

Dans la première partie de l'article, l'auteur traite les nouvelles orientations dans la construction des instruments électriques de mesure, visant a assurer à ces instruments une classe supérieure de précision et une plus grande robustesse; il s'occupe notamment des materiaux utilisés pour les différents éléments des instruments, de la technologie, de leur projection et de leur principe de fonctionement.

Dans la deuxième partie, l'auteur expose les nouveaux principes sur lesquels repose la projection des instruments électriques de mesure.

Sarcina indeplinirii planului de electrificare a ţării pune în faţa constructorilor de aparate electrice de măsurat problema dezvoltării şi perfecţionării acestei ramuri a industriei electrotehnice, inexistentă la noi în ţară pe vremea regimului burghezo-moşieresc.

In anii primului cincinal, la întreprinderea „Electromagnetica" s-au asimilat aproape toate tipurile de instrumente de tablou ca: aparate electromagnetice (ampermetri şi voltmetri), aparate magnetoelectrice (ampermetri şi voltmetri), aparate ferodinamice (wattmetri şi varmetri), aparate de inducţie (contoare mono şi trifazate).

In cele ce urmează se va arăta care sînt tendinţele moderne în construcţia aparatelor electrice de măsurat şi situaţia actuală în industria noastră.

I. MAGNEŢII

In construcţia aparatelor electrice de măsurat, magneţii permanenţi se folosesc fie pentru crearea cuplului activ — la aparatele magnetoelectrice — fie la crearea cuplului de frînare a mişcării sistemului mobil — deci în scopul amortizării oscilaţiilor indicatorului, la aparatele cu ac indicator şi la stabilirea vitezei de rotire a discului la contoarele electrice.

Studiul economicităţii construcţiei unui aparat magnetoelectric conduce la determinarea inducţiei maxime în întrefier cu o cantitate minimă de material magnetic. Legat de aceasta s-au născut două probleme:

1. — calitatea aliajului magnetic
2. — forma circuitului magnetic (cu magnet exterior sau cu magnet interior).

In legătură cu prima problemă este de observat că în construcţiile moderne, sînt folosite aproape în exclusivitate drept materiale magnetice aliajele cu aluminiu — nichel sau aluminiu — nichel — cobalt, care posedă faţă de aliajele cu crom, cobalt sau wolfram, folosite larg pînă de curînd, o forţă coercitivă cu mult mai mare şi o energie magnetică superioară.

Cercetările lui A. S. Zaimovski au arătat că proprietăţile magnetice maxime ale aliajelor al-

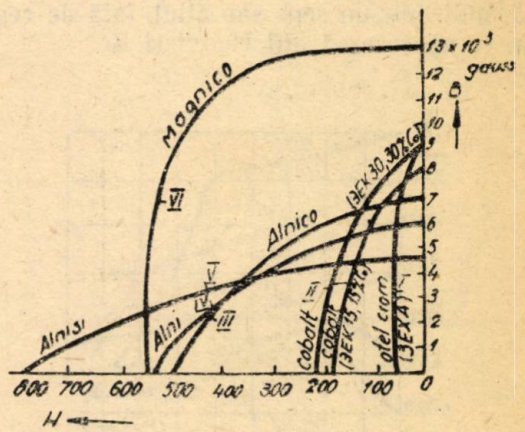


Fig. 1 Curbele de demagnetizare pentru diferite oteluri

ni corespund unui număr mic de compoziţii cu un conţinut de 27—32% nichel şi de 12—14% aluminiu.

In cazul celui mai reuşit tratament termic al magneţilor de 200—300 gr. forţa coercitivă, inducţia remanentă şi energia magnetică variază în funcţie de compoziţia aliajelor aşa cum se vede în figurile 2, 3 şi 4.

Cel mai bun tratament termic pentru obţinerea energiei magnetice maxime se reduce, în aliajele al-ni, la încălzirea magneţilor deasupra tem-

peraturii critice şi la răcirea de la această temperatură pînă la 500—600°C cu o anumită viteză critică. La micşorarea vitezei de răcire, forţa coercitivă Hc rămîne invariabilă sau chiar creşte puţin, însă inducţia remanentă Br scade mult; la o oarecare viteză de răcire mai mare decît cea critică, lucrurile se petrec invers, adică Hc se micşorează şi Br. creşte. La vitezele de răcire care diferă mult, într-un sens sau altul, faţă de cea critică, se micşorează atît Hc cît şi Br.

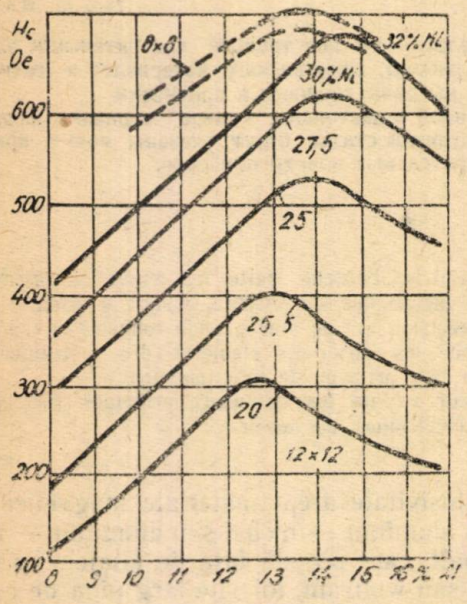


Fig. 2 Variaţia forţei coercitive în funcţie de compoziţia aliajelor alni

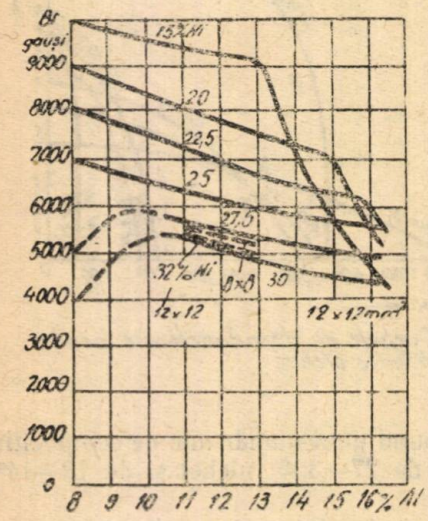


Fig. 3 Variaţia inducţiei remanente în funcţie de compoziţia aliajelor alni

Variaţia vitezei critice de răcire, în funcţie de compoziţia aliajelor, este arătată în fig. 5.

Dintre aliajele cu aluminiu şi nichel cele mai folosite în construcţia aparatelor electrice de măsurat sînt Al Ni 95, Al Ni 120, Al Ni Co 200 şi Al Ni Co 400 (după DIN 17.410).

Cel mai valoros aliaj este Al Ni Co 400 cunoscut sub următoarele mărci:

Magnico	Sovietic
Ticonal	Philips
Koerzit 400	Krupp
Permanit 400	Boehler
Oerstit 400	DEW

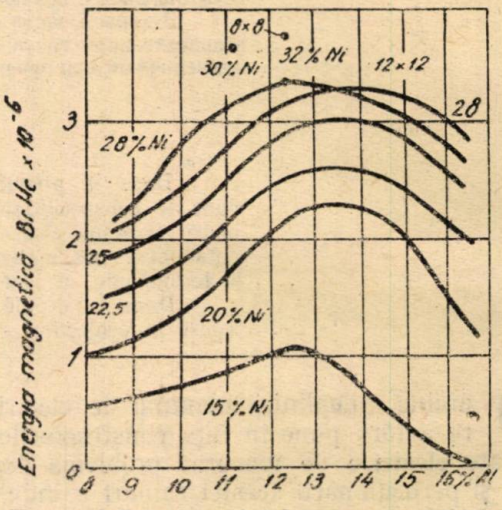


Fig. 4. Influienţa nichelului şi a aluminiului asupra energiei magnetice maxime a aliajelor alni

Dacă acestui material i se face tratamentul termic într-un cîmp magnetic, se obţin rezultate excepţionale. Materialul capătă o remanenţă optimă după direcţia cîmpului de magnetizare şi

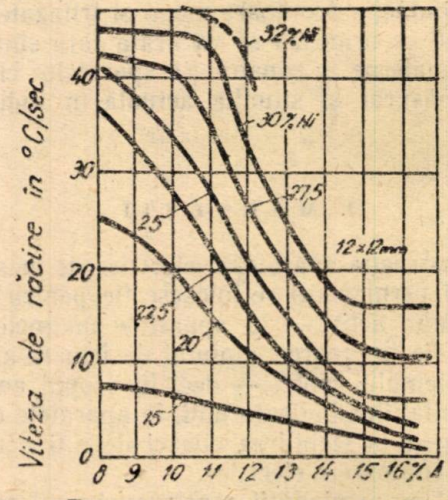


Fig. 5. Variaţia vitezei critice de răcire în funcţie de compoziţia aliajelor alni

această direcţie trebue păstrată la magnetizarea materialului (sensul fiind indiferent).

Pentru a se ilustra avantagiile folosirii aliajului al-ni-co-400 faţă de celelalte aliaje magnetice în fig. 6 se arată volumul magnetului al-ni-co- 400 faţă de al-ni 95 pentru o aceiaşi inducţie în întrefier (2300 GAUSS). Se vede că volumul ma-

terialului al-ni-co- 400 este de aproape 5 ori mai mic decît în cazul materialului al-ni 95.

Pentru fixarea pieseor polare de fier moale cu aliajul magnetic se folosesc, în afara metodelor cunoscute (nituire, fixare prin şuruburi, lipire cu cositor), răşini liante speciale cum ar fi Araldit-ul. Acest material se prezintă ca o pastă la 90°C

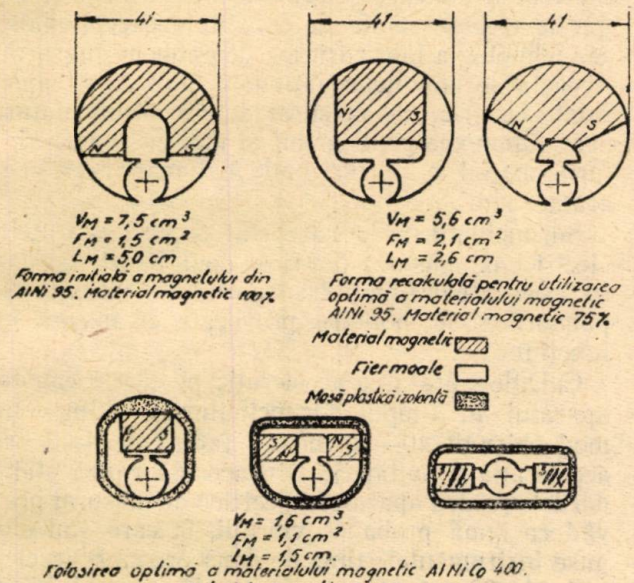


Fig. 6 Comparaţie între magneţi de diferite forme şi din diferite materiale pentru aceeaşi inducţie în întrefier $B_L = 2300$ Gauss

şi ca un lichid la 120°C. Piesele de lipit se rectifică uşor şi se curăţă cu acetonă, după care se lipesc cu Araldit şi se lasă nemişcate (fără aplicare de presiune asupra pieselor îmbinate), timp de o oră la 200°C. Se obţine o rezistenţă la tracţiune de 6 kg/mm².

O altă metodă de îmbinare a pieselor polare cu magnetul este prin şprituire cu aliaje sau prin înglobare în mase plastice.

In treacăt amintim de un nou material magnetic ceramic „maniperm" compus din oxid de fier şi bariu. Din această cauză acest magnet este ieftin. El are o inducţie remanentă mică dar o forţă coercitivă foarte mare. Utilizarea lui nu a căpătat încă extindere, din cauză că este puţin cunoscut.

* * *

In legătură cu cea de a doua problemă ridicată de studiul economicităţii construcţiei aparatelor magnetoelectrice (forma circuitului magnetic) trebuie arătat că în ultimul timp au căpătat o largă dezvoltare instrumentele cu magnetul în interiorul cadrului. După cum se poate vedea în tabela Nr. 1, pentru aparate cu caracteristici aproape identice cantitatea de material magnetic la un instrument cu magnet interior este de aproximativ 6 ori mai mică decît la un instrument cu

Comparaţia între magnet exterior şi interior

Exemplul unui aparat de tablou pentru 100 μA deviaţia finală şi 110 mm diametrul de montaj

Tabela nr. 1

	Magnet exterior	Magnet interior
Sensibilitatea	100 μA/74°	100 μA/74°
Rezistenţa interioară	670...870 ohm	1250...1600ohm
Momentul activ	30 mg.cm/90°	50 mg.cm/90°
Numărul de spire	800 sp.	900 sp.
Diametrul sîrmei	0,03 mm	0,03 mm
Secţiunea înfăşurării	1,5 mm^2	2,0 mm^2
Suprafaţa utilă a cadrului	0,92cm^2	2,44 cm^2
Greutatea sistemului mobil	430 mg	630 mg
Factorul de calitate	1,0	1,0
Materialul magnetului	Al Ni 95	Al Ni 120
Volumul magnetului	16,5 cm^3	2,65 cm^3
Preţul magnetului (apreciat)	5,50 unităţi	1,00 unităţi
Inducţia în întrefier	3250 Gauss	1900 Gauss
Fluxul util	3000 Maxwell	4650 Maxwell

magnet exterior iar fluxul în întrefier de 1,5 ori mai mare.

La aparatelele care au magnetul interior, pentru obţinerea unei scări gradate uniforme se iau măsuri speciale cum ar fi lipirea de plăci în formă de piese polare sau întrefierul primeşte o formă specială (fig. 7).

Fig. 7. Metodele folosite pentru obţinerea caracterului linear la scările gradate ale aparatelor cu magneţi interiori

Materialele magnetice despre care s-a vorbit mai sus pot fi obţinute fie prin turnare, fie prin sinterizare. Tehnologia pulberilor este o cucerire recentă în domeniul prelucrării metalelor. Ea a căpătat o largă dezvoltare în domeniul sinterizării pulberilor de aliaje al-ni, tinzînd să înlocuiască complet turnarea aliajelor mai ales pentru magneţii ce nu depăşesc o anumită greutate.

Turnarea aliajelor care conţin aluminiu este foarte dificilă din cauza viscozităţii lor, în special în cazul magneţilor de dimensiuni reduse. In afară de aceasta, la aceste aliaje se produc goluri în masa turnată, astfel încît energia magnetică utilă coboară uneori sub valoarea acceptabilă. In plus piesele turnate trebuie să sufere operaţii de curăţire (debavurare) şi apoi şlefuire *), pentru atingerea cotelor necesare. Aceste operaţii sînt dificile din cauza faptului că aliajul este sfărîmicios.

Soluţia cea mai bună de a păstra calităţile magnetice excepţionale ale aliajelor al-ni şi al-ni-co fără dificultăţile produse de turnare este sinterizarea lor.

*) Aliajele al-ni şi al-ni-co fiind extrem de dure, se prelucrează deosebit de greu şi numai prin şlefuire.

Tehnologia sinterizării aliajelor al-ni şi al-nico este descrisă în cele ce urmează.

Se prepară o pulbere de nichel prin sfărîmarea nichelului tehnic (obţinut sub formă de grăunţe) într-o moară şi prin cernerea lui. La fel se prepară pulberea de fier (Atît pulberea de nichel cît şi cea de fier trebuie să nu cuprindă mai mult de 0,06%C). Pulberea de aluminiu, nu poate fi folosită direct în procesul de sinterizare din cauza proprietăţii aluminiului de a se oxida în aer şi din cauza punctului de fuziune prea coborît. Din această cauză se recurge la un artificiu: aluminiul se introduce în prealabil într-un aliaj de aluminiu (40—53%), fier (46—50%), cupru 0,90—1,6%) restul fiind mangan, siliciu şi urme de carbon.

Pulberile astfel obţinute se amestecă în proporţii următoare:

	$Al^0/_0$	$Ni\ ^0/_0$	$Fe^0/_0$
$Al-Ni$ 120	13—15	28	55—59
$Al-Ni$ 90	11—13	23—25	62—66

După amestecare, pulberea se cerne din nou şi se presează în matriţe din oţel dur de tipul Vidia). Presarea se face la o presă hidraulică cu 4—10 tone/cm^2.

Piesele aglomerate în presă se sinterizează într-un cuptor încălzit la 1150°—1300° de preferinţă cu curenţi de înaltă frecvenţă. Operaţia de sinterizare se face în vacuum, timp de aproximativ 3 ore. Urmează călirea în cuptoare cu silită la temperatura de 1150—1250 timp de 5 minute. Răcirea se face cu aer comprimat.

Magneţii astfel trataţi sînt trimişi la prelucrările necesare.

Una din cele mai interesante aplicaţii ale sinterizării este obţinerea de magneţi cu piese polare din fier moale, sinterizate împreună cu aliajul magnetic, în care scop se toarnă pulberea de al-ni-fer în locul respectiv din matriţă iar în locul pieselor polare se toarnă pulbere de fier. Urmează apoi aglomerarea şi sinterizarea aşa cum s-a arătat mai sus.

*
* *

In fabricaţia aparatelor electrice de măsurat din R.P.R. se folosesc magneţii cu crom 3% (la instrumente magnetoelectrice de gabarit mic), magneţi cu cobalt (la instrumentele magnetoelectrice de tablou) şi de curînd magneţi al-ni turnaţi (la contoarele electrice).

Extinderea folosirii magneţilor al-ni turnaţi sau sinterizaţi este o problemă a viitorului apropiat. Materialul documentar pe care ţara noastră l-a primit recent pentru magneţii sinterizaţi va permite asimilarea cu succes a acestei tehnologii moderne.

II. AXELE ŞI LAGĂRELE

In cazul aparatelor electrice de măsurat cu ax vertical, raza vîrfului axului este de obicei 0,03 mm, iar raza safirului sintetic al lagărului de 0,15 mm *). Din calcule rezultă că efortul în vîrful axului la un sistem mobil de numai 1 g este în acest caz 19 tone/cm^2, valoare care nu se întîlneşte nici în construcţiile de maşini. De aceea materialul din care se confecţionează axele şi lagărele trebuie să fie de o calitate excepţională, iar tehnologia fabricării lor deosebit de îngrijită. Aceasta se impune cu atît mai mult cu cît aparatele electrice de măsurat suferă sdruncinături care supun echipajul mobil şi mai cu seamă vîrfurile axului la eforturi mult mai mari decît cele arătate mai sus.

Sdruncinăturile la care sînt supuse aparatele electrice de măsurat pot fi de două feluri: sguduiri provocate în timpul transportului şi vibraţii ale panourilor de montare provocate de maşini în funcţiune.

Calculele arată că acceleraţia pe care o capătă aparatul în timpul sdruncinăturilor atinge în mod obişnuit 40—50 m/sec^2 (adică de 4—5 ori acceleraţia gravităţei). Din această cauză standardele pentru aparatele electrice de măsurat prevăd ca după proba de vibraţii, la care sînt supuse instrumentele timp de două ore cu o acceleraţie de 30 m/sec^2 cu o frecvenţă a zguduirilor de 300 m/sec^2, acestea să-şi păstreze clasa de precizie.

Ca material pentru axe se foloseşte oţelul U 12 A (marcă sovietică cu 1,2% carbon).

Pentru a se obţine duritatea necesară, tratamentul termic al axului trebuie să fie deosebit de îngrijit. Călirea se face fie prin curenţi de înaltă frecvenţă, fie încălzind axele într-un tub rezistent la temperaturi ridicate şi aşezat vertical deasupra apei de răcire. Axele sînt reţinute în tub prin acţiunea unui cîmp magnetic, creiat de o înfăşurare în jurul tubului, parcursă de un curent continuu. La atingerea punctului Curie (aprox. 780°) care este şi temperatura de călire, axele cad în apă.

O altă problemă deosebit de importantă este formarea razei axului. Acesta se obţine prin rostogolirea axelor într-un tambur căptuşit cu plumb în care se află bile de plumb şi oxid de crom în petrol. Timpul de rostogolire pentru formarea razei variază între 6—12 ore.

Proba practică a durităţii axului se face zgîrind cu vîrful o bucată de sticlă. Dacă sticla se sgîrie, iar la microscop nu se observă turtirea vîrfului sau ruperea sa, tratamentul termic este corect.

In ultima vreme se utilizează ca oţel pentru axe un aliaj din cobalt (75%) şi tungsten (25%).

*) Valorile se aleg astfel ca materialele să nu fie supuse la eforturi inadmisibile şi pe de altă parte să nu aibă loc între aceste piese frecări importante. Raportul între raza axului şi raza safirului este de obicei 1 la 5.

Problema calităţii axelor şi lagărelor este deosebit de importantă, cu atît mai mult cu cît pînă de curînd se considera că singurul factor ce caracterizează calitatea aparatului, este factorul de calitate $A = \frac{10\ M_{90°}}{G\ 1{,}5}$. Fabricile constructoare căutau realizarea unui A maxim pentru tipul de aparat dat. Experienţa a arătat însă că un factor de calitate ridicat nu îmbunătăţeşte aparatul atunci cînd axele şi lagărele sînt prost executate. Dimpotrivă, în cazul unei calităţi ridicate a axelor şi lagărelor se pot fabrica aparate care au chiar factor de calitate ceva mai redus dar care, în exploatare, se dovedesc superioare aparatelor cu factor de calitate ridicat. De aceea în orientarea actuală, factorul de calitate este doar un indice informativ.

Un caz special îl constituie echipajul mobil al contoarelor electrice. De obicei capătul inferior al axului acestora este aşezat într-o piesă ce are presată în ea o bilă de oţel cu raza de 0,5 mm. Bila se sprijină pe un safir sintetic. Vibraţiile echipajului mobil sînt amortizate de un arc situat în partea inferioară.

În ceea ce priveşte partea superioară în ultima vreme au apărut suspensii magnetice ale axului, care este aşezat în centrul unui magnet circular. Fluxul acestuia ţine capătul superior al echipajului mobil în centrul magnetului. În aceste condiţii frecarea axului de lagăre în timpul rotirii echipajului mobil este redusă la minimum.

III. ARCURILE

În construcţa aparatelor electrice de măsurat arcurile au forma spiralei lui Arhimede. Ele se execută fie din bronz fosforos, fie din bronz cu cositor şi zinc. De curînd au început să fie folosite arcuri de bronz cu beriliu sau bronz cu cadmiu.

Bronzul cu cositor şi zinc — marca sovietică БРОЦ 4-3 *) (BROŢ 4-3) — prezintă faţă de bronzul fosforos — marca БРОФ 6,5-4 (BROF 6,5-4) — calităţi evidente. Astfel ea are modulul de elasticitate mai mare ($1{,}2 \times 10^{12}$ faţă de $0{,}9 \times 10^{12}$ dyne/cm^2) iar rezistivitatea mai mică 0,08 $\Omega \frac{mm^2}{m}$ faţă de 0,16 $\Omega \frac{mm^2}{m}$).

De altfel bronzul cu cositor şi zinc are modulul de elasticitate cu valoarea cea mai ridicată dintre materialele folosite în construcţia arcurilor (bronzul cu beriliu $1{,}1 \times 10^{12}$ iar bronzul cu cadmiu $0{,}09 \times 10^{12}$ dyne/cm^2).

La întreprinderea „Electromagnetica" se foloseşte exclusiv acest aliaj cu rezultate satisfăcătoare.

*) Cifrele mărcilor indică procentul de cositor şi fosfor, respectiv de cositor şi zinc din aliajul de bronz. Astfel BROF 6,5=4 înseamnă 6,5% cositor şi 4% fosfor. BROŢ 4—3 înseamnă 4% cositor şi 3% zinc. Restul este cupru.

Bronzul cu beriliu are o rezistivitate foarte redusă (0,003 $\Omega \frac{mm^2}{m}$ şi de aceea se foloseşte în cazurile cînd rezistenţa arcului trebuie să fie foarte mică.

IV. AMORTIZOARE

Din cauza inerţiei, la deplasarea echipajului mobil dintr-o poziţie în alta, acesta oscilează în jurul poziţiei de echilibru. Pentru a se putea face lectura, oscilaţiile trebue să dispară (să se amortizeze) cît mai repede.

Amortizoarele pot fi cu aer, cu lichid sau magnetice. Amortizoarele cu aer se folosesc acolo unde se cer valori mici ale factorului de amortizare. Pînă nu de mult amortizarea magnetică cu inducţie se folosea exclusiv la aparatele cu înregistrarea automată, unde intră în joc cupluri mari.

Uzinele sovietice (ZIP) au trecut la folosirea amortizoarelor magnetice şi la instrumentele de tablou electromagnetice.

O paletă de aluminiu fixată pe axul echipajului mobil taie, în timpul mişcării, liniile de forţă produse de un număr de magneţi cilindrici de al-ni, înglobaţi în şasiul turnat prin presiune, al aparatului. Valoarea factorului de amortizare este ridicată, obţinîndu-se cu acest procedeu un timp de amortizare cu mult mai mic de 4 sec, prevăzut în GOST.

V. CARCASA

În timpul din urmă tendinţa de a folosi bachelita ca înlocuitor al materialelor întrebuinţate la confecţionarea cutiilor aparatelor electrice de măsurat, a devenit generală. Aceasta se explică prin faptul că masele plastice au o serie de proprietăţi importante din punct de vedere constructiv şi tehnologic: indici electroizolanţi ridicaţi, greutate specifică mică, proprietăţi mecanice destul de bune, posibilitatea de a obţine forme complicate de precizie

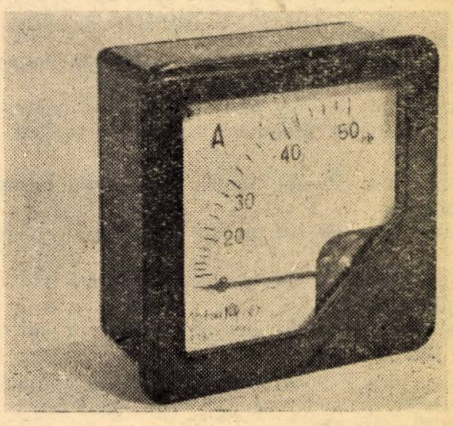


Fig. 8. Aparat electremagnetic

printr-o simplă presare, lipsa necesității de finisare pentru obținerea unei suprafețe exterioare netede și frumoase.

O altă tendință în construcția aparatelor este fabricarea carcaselor de format patrat, pentru montaj îngropat. Aceste aparate ocupă pe tablourile de comandă un spațiu cu 30% mai mic decît aparatele rotunde.

În scopul fabricării unei serii unitare de aparate de tablou, industria noastră constructoare

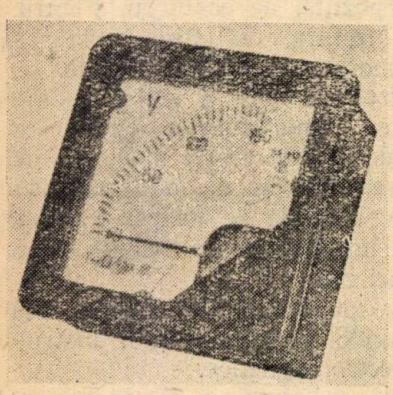


Fig. 9. Aparat magnetoelectric

de instrumente electrice de măsurat a realizat întreaga gamă în cutie de bachelită patrată pentru montaj îngropat, cum se vede în fotografiile de mai sus (fig. 8, fig. 9, fig. 10). Pe lîngă uniformitatea lor, montarea pe panourile de comandă a instrumentelor de mărimi și forme variate dă un aspect neplăcut. Seria de aparate electrice de măsurat fabricate în țară au des-

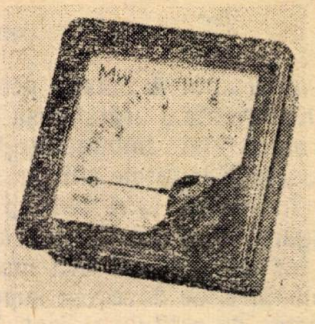


Fig. 10. Aparat ferodinamic

chiderea scării gradate de 90° și indicatorul orizontal, în poziția de zero.

*

* *

Pentru a încheia această parte a articolului trebuie să subliniem că nu numai elementele descrise mai sus au fost subiectul cercetărilor specialiștilor, ci fiece element constructiv a fost examinat amănunțit în vederea obținerii rezultatelor optime. Intrînd în amănunt am depăși însă cadrul acestui articol.

INȘTIINȚARE

Au apărut recent și se găsesc spre difuzare prin unitățile Centrului de Librării și Difuzare a Cărții, următoarele instrucțiuni:

— Instrucțiuni 51—54 pentru verificarea ampermetrelor magneto-electrice de tablou.

— Instrucțiuni 56—54, 57—54 și 58—54 pentru verificarea colorimetrelor Stammer, Saybold și Union (o singură broșură).

— Instrucțiuni 59—54 pentru verificarea pirometrelor cu termocuplu.

— Instrucțiuni 60—54 pentru verificarea cisternelor auto.

— Instrucțiuni 61—54 pentru verificarea micrometrelor de adîncime.

— Instrucțiuni 62—54 pentru verificarea microbiuretelor cu robinet.

— Instrucțiuni 64—54 pentru verificarea manometrelor. vacuumetrelor și monovacuumetrelor cu coloană de lichid și citire directă.

— Instrucțiuni 65—54 pentru verificarea comparatoarelor cu cadran, cu valoarea diviziunii de 0,01 mm.

— Instrucțiuni 66—54 pentru verificarea basculelor zecimale.

— Instrucțiuni 67—55 tabele pentru stabilirea greutății hectolitrice a cerealelor.

— Instrucțiuni 70—55 pentru verificarea torsiometrelor.

— Instrucțiuni 71—55 pentru verificarea viscozimetrelor Vogel Ossag.

— Instrucțiuni pentru automatizarea sudorilor în construcția, montarea și repararea instalațiilor mecanice sub presiune și a instalațiilor de ridicat.

— Instrucțiuni tehnice pentru construirea, repararea, instalarea, exploatarea și controlul cazanelor de abur.

— Instrucțiuni privind construirea, utilizarea și controlul buteliilor pentru gaz petrolier lichefiat.

In București aceste instrucțiuni se pot procura de la:

— Librăria Academiei, Calea Victoriei nr. 27.
— „ Centrală, Bdul Republicii nr. 5.
— „ Noastră Tehnică, B-dul 6 Martie nr. 17.
— „ Noastră nr. 1, Calea Victoriei nr. 45.
— „ Noastră nr. 4, B-dul Bălcescu nr. 2.
— „ nr. 17, B-dul Magheru nr. 6, și
— Unitatea Colectări Bibliotece, str. Domnița Anastasia nr. 2, prin virament.

In țară la unitățile „Librăria Noastră" din orașele re ședință de regiune.

Dinamometru cu captator pneumatic pentru măsurarea componentelor apăsării de aschiere

Ing. DUCA ZOLTAN

Описывается конструкция динамометра для измерения трех составляющих давления при резании. Динамометр был выполнен в лаборатории резания при Бухарестском Политехническом институте.

★

L'auteur décrit un dynamomètre utilisé à la mesure des trois composentes de la poussée de coupe, réalisé par le laboratoire de coupe de l'Institut Polytéchnique de Bucarest. Le dynamomètre est muni d'embouts pneumatiques de construction originale et d'instruments à basse pression, type Solex.

Pentru perfecţionarea continuă a proceselor tehnologice în uzinele noastre, este necesar ca, odată cu însuşirea tehnicii noi, să se înrădăcineze treptat şi metode noi, mai ştiinţifice, de pregătire şi conducere a fabricaţiei.

La prelucrările prin aşchiere, stabilirea celei mai potrivite forme geometrice a sculei şi a celui mai bun regim de aşchiere vor trebui, de aici înainte, să facă adesea obiectul unor cercetări mai atente şi să capete o rezolvare ştiinţifică mai completă, pentru a asigura în mod simultan atît productivitatea înaltă cît şi calitatea şi economicitatea operaţiei.

Aşa dar în laboratoarele uzinelor vor trebui să se facă în mod curent: încercarea expeditivă a prelucrabilităţii unor materiale noi introduse în fabricaţie, încercarea rezistenţei la uzură a anumitor scule sau materiale noi de scule, măsurarea prealabilă a forţelor de aşchiere la anumite operaţii unde rigiditatea sistemului maşină-piesă-sculă are un rol hotărîtor în calitatea operaţiei ş. a.

Apare deci neindoielnică necesitatea, în orice uzină cu oarecare tehnicitate, a unui minimum de aparatură de măsurat în domeniul amintit.

De aceea am socotit utilă împărtăşirea experienţei noastre în realizarea unui dinamometru pentru măsurarea componentelor apăsării de aşchiere la strung, unul din aparatele pe care îl considerăm de primă necesitate în orice laborator, pentru studiul maşinilor-unelte.

Dinamometrele pentru măsurarea apăsărilor de aşchiere se caracterizează prin aceea, că deformaţiile sistemului elastic al dinamometrului trebuie să rămînă în limitele unor amplitudini foarte mici, de aşa manieră încît în timpul lucrului să nu se modifice sensibil poziţia cuţitului faţă de piesă, (mai ales în direcţie radială), ceea ce ar duce la modificarea condiţiilor de aşchiere (a adîncimii de aşchiere).

Faţă de această condiţie, ele trebuie să fie suficient de rigide şi deci să fie prevăzute cu captatoare foarte sensibile, capabile să transforme deplasări de amplitudini foarte mici, în indicaţii vizibile. Lucrul acesta se realizează de preferinţă cu captatoare electrice piezo-electrice, capacitive, magneto-inductive, rezistive, etc) care au însă dezavantajul că necesită o aparatură electrică (amplificatori, aparate de măsurat sau oscilografe) destul de costisitoare şi complicată, greu de procurat, de etalonat şi de manipulat curent.

Dozele de măsurat hidraulice, utilizate în acelaş scop, sînt suficient de sensibile, dar prezintă şi ele inconveniente legate de dificultăţile de etanşare, de eliminarea totală a aerului din tubulatură, sensibilitate la variaţii de temperatură etc.

Dinamometrul construit de autor în laboratorul de aşchiere al Institutului Politehnic Bucureşti *), folosind captatoare pneumatice de construcţie originală, are avantajul că ocoleşte inconvenientele celorlalte sisteme, este destul de precis şi sensibil pentru scopurile menţionate mai sus, este uşor de realizat în orice uzină şi foloseşte pentru măsurare, un aparat care, într-un viitor apropiat, trebuie să devină de utilizare curentă în secţiile de control dimensional.

*) Pentru detaliile de construcţie ale părţii pneumatice am avut concursul Laboratorului de Măsurători Tehnice, prin tov. Conferenţiar Ing. Fl. Oniţiu.

Dinamometrul funcţionează prin deformaţia elastică simultană a unei grinzi şi a două membrane, în care aceasta este încastrată, sub acţiunea celor trei componente ale apăsării de aşchiere. Măsurarea deformaţiilor se face cu ajutorul unui aparat de măsurat pneumatic de joasă presiune de tip Solex, prin intermediul a trei captatoare, cari prin obturarea parţială, proporţională cu deformaţiile, a trei ajutaje de măsurare, produc variaţii corespunzătoare ale indicaţiilor aparatului.

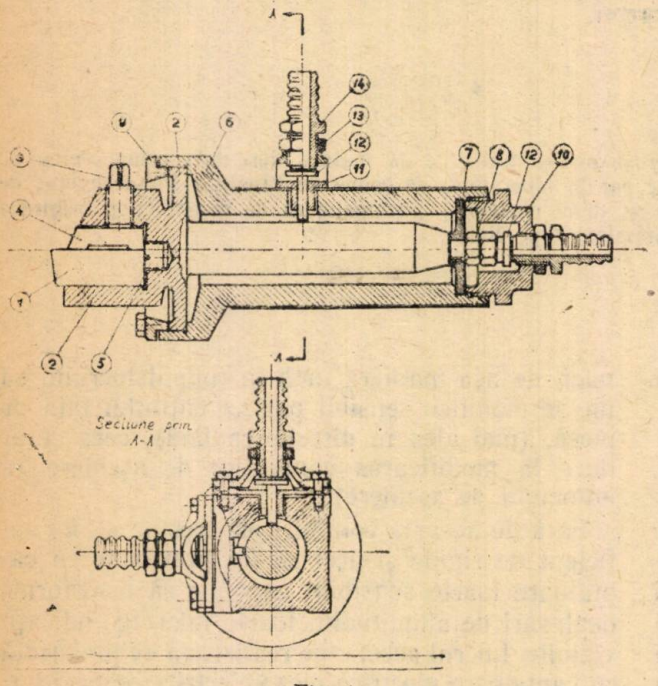


Fig. 1

Construcţia dinamometrului şi a captatoarelor este arătată în fig. 1. Cuţitul (1) este fixat într-un portcuţit (2) cu ajutorul şurubului (3) şi a bridei (4). Pastila (5), înşurubată în portcuţit, permite reglarea lungimii în consolă a cuţitului după fiecare ascuţire, pentru a menţine constant braţul de pîrghie pe care acţionează forţa de aşchiere.

Portcuţitul (2) este încastrat în corpul dispozitivului (6) prin intermediul aripilor (2^1) care joacă rolul primei membrane elastice amintite şi care face corp comun cu port-cuţitul şi prin intermediul plăcii în formă de disc (7), care joacă rolul celorlalte membrane şi care este fixată fără joc pe capătul cilindric al portcuţitului şi strînsă încastrat cu ajutorul piuliţei (8).

Încastrarea aripilor şi a plăcii-disc în corpul dispozitivului se obţine prin inelul (9) — fixat pe corp cu 6 şuruburi — respectiv cu ajutorul manşonului (10) înşurubat la partea dinapoi a corpului.

Cele trei captatoare pneumatice sînt fixate: primul, (pentru componenta principală Pz) pe partea de sus a corpului dispozitivului, al doilea (pentru componenta axială Px) pe partea laterală stîngă), iar al treilea (pentru componenta radială Py) în manşonul (10).

Captatorul principal şi cel axial sînt identice: ele se compun din placa-ghid (11) care ghidează supapa plană (12), din suportul (13) şi din ajutajul (14) înşurubat (reglabil) în suport astfel încît, între partea frontală a ajutajului şi faţa plană a supapei să rămînă o deschidere mică (0,1—0,2 mm). Capătul tijei supapei calcă fără joc pe grinda portcuţitului (2) şi este ţinută în această poziţie de o coardă de oţel acţionînd ca un resort petrecută printr-o gaură din tijă şi fixată pe placa-ghidaj. Faţa plană a supapei trebuie să fie rectificată plan şi nichelată sau cromată; de asemenea şi faţa frontală a ajutajului (14) pentru a se împiedica ruginirea şi astfel modificarea mărimii deschiderii dintre ele, în decursul timpului. Jocul dintre ajutaj şi supapă, odată reglat, se fixează astfel cu ajutorul unei contrapiuliţe (13).

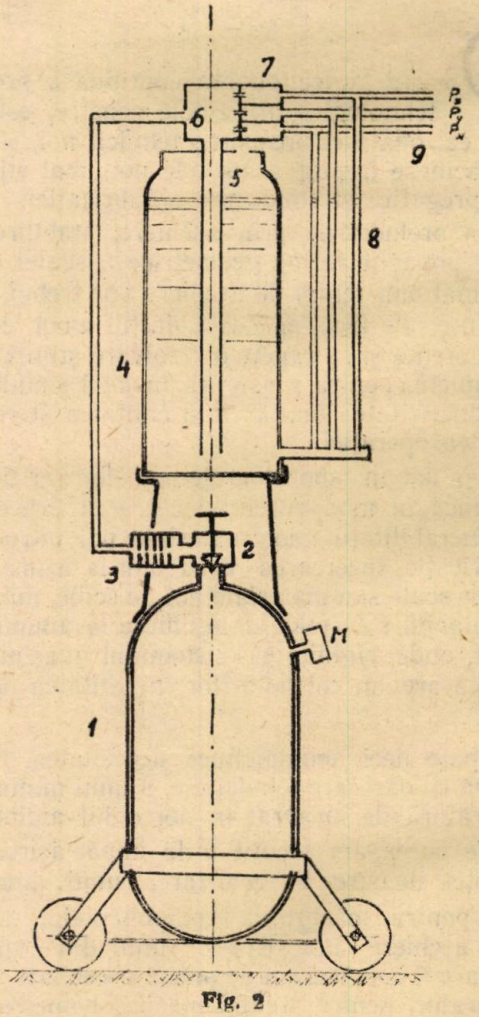


Fig. 2

Captatorul radial diferă de primii prin aceea că supapa (12) este fixată rigid prin înşurubare, pe capătul posterior al grinzii portcuţit (jucînd totodată şi rolul de contrapiuliţă, la piuliţa (8),

iar ajutajul este înşurubat, reglabil şi cu contrapiuliţă, direct în manşonul filetat (10).

Cele trei ajutaje sînt legate, prin intermediul cîte unui tub de cauciuc, la un micrometru pneumatic de joasă presiune.

Micrometrul pneumatic de tip Solex a fost construit de asemenea în laborator şi a fost adaptat pentru măsurarea simultană a celor trei componente. Schema de principiu a aparatului este arătată în fig. 2. Butelia (1) avînd o capacitate de cca 20 l, montată pe un cărucior, serveşte drept rezervor de aer comprimat; ea este necesară numai în cazurile cînd nu stă la dispoziţie o reţea de aer comprimat. După robinetul (2) s-a montat un reductor de presiune pentru a obţine împreună de lucru de 300—450 mm c. a.

Vasul cu apă (4), tubul (5) şi camera (6) constituie împreună un regulator care asigură tot timpul o presiune constantă egală cu adîncimea la care intră tubul (5) în apă. Din camera (6) aerul sub această presiune constantă trece prin trei orificii calibrate, avînd diametrul de 0,5 mm, în cele trei camere (7) şi mai departe în tuburile manometrice (8) şi în tuburile (9) aflate în comunicaţie cu atmosfera prin ajutajele de la cele trei captatoare (fig. 1).

Cînd în faţa orificiilor ajutajelor nu se găseşte nici un obturator, aerul comprimat din camerele (7) se destinde la presiunea atmosferică şi nivelul apei din tuburile manometrice corespunde nivelului apei din vasul (4). Dacă ajutajele sînt parţial obturate cu ajutorul supapelor plane arătate în fig. 1, presiunea din tuburile (9), din camerele (7) şi din tuburile manometrice (8) creşte, iar nivelul apei din tuburile (8) scade proporţional cu creşterea presiunii, odată cu micşorarea jocului dintre ajutaj şi supape.

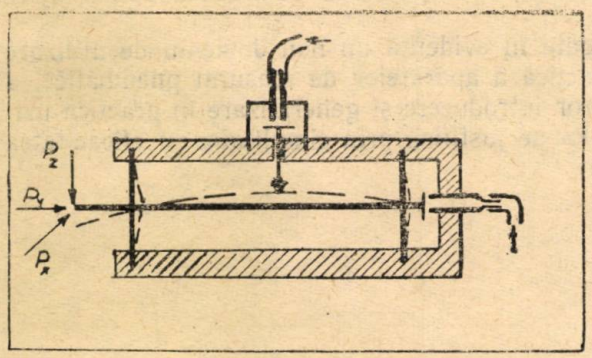


Fig. 3

În cazul dispozitivului nostru dinamometric asupra supapelor acţionează deformaţiile elastice suferite de grinda portcuţit şi de cele două „membrane" (v. fig. 3). Cu cît aceste deformaţii sînt mai mari, datorită unor forţe de aşchiere mai mari, cu atît deschiderea dintre supape şi ajutaje se micşorează şi presiunea din tuburile manometrice creşte. Denivelarea corespunzătoare a apei din tuburi se citeşte pe o riglă gradată aşezată în spatele tuburilor manometrice.

În fig. 4 se vede construcţia capului distribuitor cu 3 tuburi manometrice.

Etalonarea dinamometrului.

Pentru etalonare, s-a introdus, în locul cuţitului, o bară prismatică avînd marcată pe trei din feţele sale, poziţia vîrfului cuţitului.

Tuburile manometrice au fost notate cu Pz, Py, Px şi s-a făcut legătura la captatorii corespunzători de pe dinamometru.

S-a reglat deschiderea dintre supape şi ajutaje astfel încît, la apăsarea maximă, preconizată în fiecare direcţie, supapa să nu închidă complet ajutajul, păstrînd o deschidere mi-

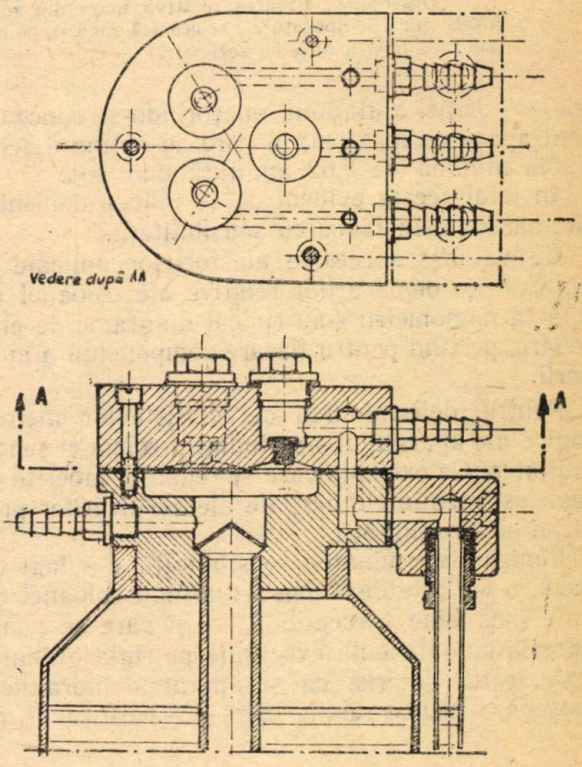


Fig. 4

nimă de cca. 0,02 mm — (controlabilă cu o foiţă de ţigare). Aparatul fiind construit pentru apăsări principale Pz de max. 1 500 kg, pentru celelalte componente s-a luat arbitrar Py=0,6 Pz şi Px=0,4 Pz. După acest reglaj preliminar s-au fixat ajutajele cu contrapiuliţele respective. În această poziţie, fără apăsări pe cuţit, s-a deschis robinetul de aer şi s-au notat poziţiile coloanelor de apă din cele trei tuburi manometrice, corespunzînd presiunilor diferite, respectiv deschiderilor diferite dintre ajutaje şi supape, obţinute în urma reglajului de mai sus. Aceste poziţii constituie poziţia indicaţiilor zero ale aparatului.

BUDAPESTI MOSZAKI KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1963

S-a aplicat apoi, pe rînd, după direcţia fiecărei componente, forţe cu valori progresive, măsurate cu ajutorul unui dinamometru etalonat şi s-au notat poziţiile corespunzătoare ale nivelului apei în tubul manometric respectiv.

În cazul în care, pe o anumită direcţie, aparatul se dovedea prea puţin sensibil, se relua reglajul poziţiei ajutajului, micşorîndu-se concomitent apăsarea maximă, la care se obţine deschiderea minimă de 0,02 amintită mai sus.

În felul acesta evident că se reduce domeniul de măsurare în favoarea sensibilităţii.

Cu valorile succesive ale forţelor aplicate şi cu valorile deplasărilor relative ale coloanei de apă în manometru s-au ridicat diagrame de etalonare, pe rînd pentru fiecare componentă a apăsării.

Pentru determinarea caracteristicilor metrologice ale aparatului s-a studiat precizia şi sensibilitatea. Ca exemplificare se redau în tabelele de mai jos, rezultatele parţiale ale verificărilor preciziei şi sensibilităţii.

Pentru determinarea sensibilităţii s-a luat ca bază, o variaţie de 2 mm a înălţimii coloanei de apă, încă bine perceptibilă — şi care se poate aprecia cu suficientă exactitate pe rigla gradată.

Aparatul descris, ca şi aparatele hidraulice, posedă o inerţie relativ mare din care cauză nu se pretează la studiul oscilaţiilor, cu frecvenţe mari, a apăsării de aşchiere.

Deoarece, la măsurările curente, această chestiune nu prezintă interes, urmărindu-se numai valorile medii ale apăsărilor, faptul menţionat constituie un avantaj, întrucît permite citirea comodă a apăsărilor în modul arătat, fără a fi nevoie de oscilografe sau aparate înregistratoare complicate.

Sistemul de dinamometru cu captator şi micrometru pneumatic realizat, cu rezultatele arătate, scoate în evidenţă un nou domeniu de utilizare practică a aparatelor de măsurat pneumatice, a căror introducere şi generalizare în practica uzinelor se justifică prin simplitatea şi eficacitatea lor.

Precizia la măsurarea componentei principale Pz

Mărimea nominală a forţei	Indicaţiile manometrului în mm c. a. la cele 5 serii de măsurători					Media aritm.	Eroarea limită (3σ)		Eroarea relativă *)
(kg)	1	2	3	4	5	(mm)	(mm)	(kg)	%
10	58	58	60	60	60	59,2	3,34	0,54	5,04
100	145	145	147	147	147	146,2	3,34	2,34	2,34
200	205	205	205	205	205	205	0,04	0,00	0,00
300	260	260	257	260	260	259,5	4,24	4,9	1,64
400	300	298	298	298	298	298,4	2,7	3,6	0,91

*) raportată la valoarea nominală a forţei.

Observaţie: Eroarea relativă mare din zona forţelor mici se datoreşte, pe de o parte, sensibilităţii foarte mari a aparatului în această zonă şi, pe de altă parte variaţiei presiunii de alimentare din cauza capacităţii mici a buteliei rezervor.

Sensibilitatea

Mărimea nominală a forţei kg	Variaţia forţei în kg citită pe dinamometrul de compensaţie la o variaţie de 2 mm a înălţimii coloanei de apă în manometru				
	1	2	3	4	5
10	0,28	0,30	0,28	0,28	0,25
200	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
400	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Importanţa aparatelor de măsurat pentru protecţia muncii

Ing. C. ARBORE
Director Institutul de cercetări ştiinţifice pentru protecţia muncii — C. C. S.

Автор излагает в настоящей статье значение измерительных и контрольных приборов с точки зрения охраны труда. Он перечисляет некоторые переносные измерительные приборы, применяемые для определенея данных значительных с точки зрения охраны труда. Автор подчеркивает необходимость их применения и содержания в хороших условиях (в особенности контрольно-измерительных приборов для котлонадзора), с целью обеспечения правил техники безопасности и охраны труда.

★

L'auteur souligne l'importance des instruments de mesure et de contrôle du point de vue de la protection du travail.

Après avoir indiqué quelques instruments portatifs, utilisés à des determinations importantes quant aux mesures nécessaires pour assurer la protection du travail, l'auteur insiste sur quelques instruments pour le contrôle des chaudières à vapeur. Il insiste sur la nécessite de leur emploi et de leur convenable entretient, vu leur importance dans la technique de la securité du travail.

Protecţia muncii este azi, în ţara noastră, o importantă problemă de stat. O largă aplicare a măsurilor de tehnica securităţii şi protecţia muncii, folosirea în producţie a unui număr tot mai mare de dispozitive de protecţie, instalaţii de ventilaţie, sisteme noi de iluminat, creează muncitorilor din întreprinderi condiţiile de lucru necesare pentru apărarea sănătăţii lor.

O contribuţie însemnată la asigurarea unor condiţii sigure de lucru, la înlăturarea cauzelor de accidente, o aduc instrumentele de măsurat folosite în producţie.

Puternica dezvoltare a industriei noastre, în anii puterii populare, accelerarea ritmului proceselor tehnologice, impun folosirea unor aparate de măsurat şi reglat cît mai precise şi mai sigure în funcţionarea lor.

Utilitatea cunoaşterii importanţei pe care o au aparatele de măsurat în procesele de producţie este indiscutabilă. Funcţionarea economică a multor utilaje este strîns legată de folosirea unor aparate de măsurat şi de control de o cît mai mare precizie.

Multe din aparatele de măsurat folosite în întreprinderi prezintă însă o importanţă deosebită şi pentru protecţia muncii. Acestea pot fi împărţite în două mari categorii:

a) aparate de măsurat portative, care sînt folosite pentru diferite determinări;

b) aparate de măsurat şi de control ce fac parte din complexul agregatului sau utilajului, fiind deci fixate pe acestea.

Din numărul mare de aparate din prima categorie (a celor portative) dăm numai unele exemple: anemometrul, folosit de ventilatorişti pentru măsurarea vitezei curenţilor de aer; actinometrul, cu care se măsoară intensitatea radiaţiilor de căldură emanate de corpurile încălzite; luxmetrul, cu care se măsoară iluminarea locului de muncă; sonometrul, puţin folosit azi, utilizat pentru măsurarea frecvenţelor componente ale zgomotelor, etc.

Un aparat foarte puţin răspîndit azi în ţara noastră, însă de mare importanţă din punct de vedere al securităţii, în domeniul instalaţiilor electrice, este aparatul pentru măsurarea rezistenţei instalaţiei de punere la pămînt. Se ştie, de exemplu, că la joasă tensiune, rezistenţa unei instalaţii nu trebuie să depăşească valoarea de 4Ω. Acest aparat dă posibilitatea să se constate dacă valoarea rezistenţei depăşeşte sau nu valoarea maximă admisă.

Este recomandabil ca, într-un viitor cît mai apropiat, o serie de organe din întreprinderi, ca serviciul energeticului şef, al mecanicului şef, să fie înzestrate cu asemenea aparate de măsurat.

De asemenea este necesar ca şi inspectorii tehnici de protecţia muncii să posede aparate de măsurat portative, cum sînt anemometrul, luxmetrul şi altele, pentru a face determinări în producţie, cu prilejul controlului pe care îl efectuează în diferite întreprinderi industriale.

Există o serie de aparate de măsurat care se folosesc în special în experienţele ce se execută în laborator, în legătură cu cercetările ştiinţifice în domeniul protecţiei muncii şi al igienei industriale. Asemenea aparate sînt, de exemplu: aparatul Haldane, utilizat pentru determinarea gazelor respiratorii, oxigen şi bioxid de carbon, aparat cu ajutorul căruia se poate apoi calcula consumul de energie la un efort anumit; cronaximetrul, cu care se determină influenţa pe care o are un toxic asupra organismului, prin măsurarea excitabilităţii la curent electric a nervilor; ergometrul velocipedic, cu ajutorul că-

ruia se poate crea un efort de intensitate asemănătoare cu cea din producţie, pentru a se studia anumite manifestări fiziologice ale organismului la efectuarea unui efort.

În articolul de faţă vom insista însă în special asupra unora din aparatele de măsurat, care se întîlnesc aproape în fiecare întreprindere industrială, fiind fixate pe diferite instalaţii şi utilaje, aparate care au, multe dintre ele, o mare însemnătate pentru tehnica securităţii şi protecţia muncii.

În industrie, cazanele de abur, de exemplu reprezintă unul din utilajele de bază. Ele sînt utilizate pentru generarea de abur necesar la producţia de energie electrică sau mecanică, precum şi în procesele tehnologice sau la încălzire. Pentru a asigura o funcţionare corespunzătoare şi fără pericol a cazanelor de abur, folosirea aparatelor de măsurat, conform cu cerinţele impuse de norme, este o necesitate imperioasă.

Personalul care deserveşte agregatul trebuie să aibă în permanenţă o imagine clară a regimului de funcţionare a agregatului de cazane. Acest lucru se realizează cu ajutorul aparatelor de măsurat cu care este utilat agregatul. Aceste aparate sînt împărţite în următoarele categorii:

a) aparate pentru măsurarea debitului de abur, de apă, de aer sau gaze arse;

b) aparate pentru măsurarea presiunii aburului, a apei şi a aerului, precum şi aparate pentru măsurarea depresiunii în canalele de gaze;

c) aparate pentru indicarea nivelului apei în tamburul cazanului;

d) aparate pentru măsurarea temperaturii aburului, a apei sau a gazelor arse.

Aceste aparate sînt impuse prin instrucţiunile ce reglementează exploatarea instalaţiilor sub presiune, precum şi prin normele de tehnica securităţii.

Măsurarea debitului de abur, de apă, de combustibil, etc. se efectuează cu ajutorul debitmetrelor.

La instalaţiile de cazane, debitmetrele măsoară deci cantitatea de abur furnizată de cazan în unitatea de timp. Or se ştie că orice cazan este calculat şi construit pentru un anumit debit. Dacă însă debitmetrul lipseşte sau este defect, nu putem şti dacă agregatul funcţionează normal sau în suprasarcină, lucru care poate duce la avarii şi accidente.

În literatura de specialitate, presiunea de regim şi temperatura de supraîncălzire se numesc parametri de bază ai cazanelor de abur. Presiunea din cazan se măsoară cu manometrul, un aparat absolut necesar fiecărui cazan de abur. Manometrul este racordat la spaţiul cu abur al cazanului, printr-un tub sifon şi printr-un robinet cu trei căi, cu o flanşă, la care se poate aplica un al doilea manometru de control. Normele nu admit legarea manometrului direct la spaţiul cu abur din cazan, întrucît în acest caz manometrul poate fi înfundat cu săruri şi nămol. Manometrul trebuie să fie astfel montat, încît să fie ferit de radiaţii de căldură, iar indicaţiile lui să poată fi citite cu uşurinţă.

Lipsa manometrului sau defectarea lui are ca rezultat faptul că nu se mai poate cunoaşte presiunea cu care funcţionează cazanul. În aceste condiţii se poate depăşi presiunea maximă admisibilă, provocîndu-se spargeri de ţevi, explozii şi chiar accidente, ca arsuri sau opăriri. Aceasta impune necesitatea ca personalul care deserveşte cazanul să menţină în bună stare de funcţionare manometrul ca şi întreaga aparatură a agregatului.

Pentru supravegherea nivelului de apă din cazan, normele de tehnica securităţii prevăd instalarea obligatorie pe cazan a cel puţin doi indicatori ai nivelului apei, prevăzuţi cu repere, care fixează nivelul maxim şi minim admis al apei din tambur. Sticla de nivel permite supravegherea în permanenţă şi în mod direct a nivelului apei din cazan. Indicarea corectă a nivelului apei din cazan are un rol esenţial în buna funcţionare a acestuia; întrucît coborîrea nivelului apei poate provoca stricăciuni importante, uneori chiar explozii şi accidente grave, iar supraalimentarea cazanului provoacă antrenarea apei în supraîncălzitor şi turbină, este necesar ca, atunci cînd indicatoarele de nivel arată scăderea apei, personalul de deservire să se convingă în primul rînd dacă aparatele sînt în bună stare; dacă se constată că într-adevăr apa din cazan scade, cazanul trebuie să fie oprit imediat din funcţiune.

Un alt factor important în funcţionarea sigură a cazanului de abur este temperatura. Cunoscînd temperatura în focar şi în canalele de gaze, putem aprecia funcţionarea termică a suprafeţelor de încălzire. După temperatura din focar se poate aprecia procesul de ardere. Pentru a se putea păstra debitul necesar de abur, cu anumiţi parametri, la un anumit consum specific de combustibil, trebuie să se observe ca apa de alimentare să intre în agregat cu o temperatură destul de ridicată.

Pentru a se controla temperatura apei de alimentare ce intră şi iese din economizor, în funcţie de caracteristicile agregatului din cazane, se montează termometre cu mercur sau termometre cu rezistenţă, fixîndu-se aceste indicatoare de temperatură la locul de control şi de comandă a agregatului de cazane.

În mod obişnuit, la agregatele cu debit mic, pentru controlul temperaturii aburului supraîncălzit, se montează termometre cu mercur, iar la agregatele cu debit mijlociu şi mare, termometre cu rezistenţă. Pentru a controla temperatura în focar şi în canalele de gaze, se utili-

zează pirometre de diferite tipuri, fie pirometre cu termocuplu, fie pirometre de radiație.

Defectarea termometrelor poate avea și ea consecințe serioase. Creșterea temperaturii peste o anumită limită, la care materialele ce intră în construcția agregatului își schimbă structura și nu mai rezistă, duce la defecțiuni care pot da naștere la accidente.

Întreținerea în bună stare a aparatelor de măsurat și de control la cazane asigură funcționarea fără pericol a acestora. În întreprinderile în care cazanele de aburi sînt prevăzute cu manometre, sticlă de nivel, termometre, bine întreținute care indică în fiecare moment regimul de funcționare al cazanului, nu se produc accidente. Din întreprinderile care pot fi date ca exemplu pozitiv din acest punct de vedere, sînt fabrica de rulmenți din Moldova, uzinele „Industria Sîrmei" din Brăila, etc.

Aparatele de măsurat și de control arătate mai sus se întîlnesc și la alte utilaje. De exemplu, instrucțiunile referitoare la exploatarea recipienților sub presiune, prevăd că aceștia să aibă următoarele: a) manometru; b) indicator al nivelului lichidului și c) reductor de presiune cu manometru și supapă de siguranță. Lipsa sau defectarea armăturilor recipienților poate provoca avarii și chiar accidente.

Deasemenea, pe cisternele pentru gaze lichefiate se montează, pe lîngă alte armături, un manometru și un indicator de nivel al lichidului.Conductele de abur sînt și ele prevăzute cu armături de măsurat. În special, atunci cînd o ramificație este calculată să suporte o presiune mai mică decît cea din conducta principală, la începutul ramificației trebuie să se monteze un reductor de presiune cu o supapă de siguranță și un manometru

Manometrele se instalează și pe autoclave, pentru a supraveghea să nu se depășească presiunea în autoclav, o presiune prea mare putînd provoca explozii. De exemplu, la operația de sinteză a formiatului de sodiu în autoclav, normele de tehnica securității interzic să se depășească presiunea de 30 atm., iar verificarea presiunii se face cu manometrul.

Autoclavul este înzestrat de asemenea cu un termometru care indică temperatura interioară. Dacă se depășește temperatura pe care o necesită buna desfășurare a procesului tehnologic, se provoacă degajări de gaze nocive, care pot duce la explozii și îmbolnăviri.

La amestecătoare, în întreprinderile pentru fabricarea acidului formic, normele de tehnica securității interzic depășirea temperaturii peste cea prevăzută în regulamentul tehnologic de exploatare a acestora, cu scopul de a se evita intoxicările cu vapori de acid formic și oxid de carbon.

Termometrele au un rol important și în controlul menținerii la locul de muncă a unor condiții meteorologice care să nu dăuneze organismul. Normele igienice prevăd, de exemplu, că în locurile de muncă unde există degajări termice, la o muncă ușoară, se cere o temperatură a aerului de 16—20°, iar la cea grea de 10—15°. În atelierele cu degajări mai mari de căldură, în care condițiile tehnologice cer menținerea unei umidități mai ridicate a aerului, cum este de exemplu în industria textilă, se admite o temperatură de cca 26° în timpul iernii și de 29° în timpul verii.

Există ramuri industriale, în care sînt utilizate aparate de măsurat mai puțin răspîndite în alte industrii. De exemplu, în industria chimică este bine cunoscut fluometrul, aparat folosit pentru măsurarea debitelor de gaze. Normele de tehnica securității la fabricarea acidului clorhidric sintetic, de exemplu, prevăd că pentru securitatea instalației de acid clorhidric și pentru protecția oamenilor care o deservesc, precum și pentru respectarea indicilor tehnico-economici de consum și asigurarea calității produsului, instalația trebuie dotată cu fluometre, pentru măsurarea debitelor. Aceste fluometre se montează pe conductele de hidrogen și clor, înainte de intrarea gazelor în arzător.

Fluometrul semnalează avansarea pe conducte a unei cantități mai mari de gaz decît cere procesul de producție, pentru a se evita astfel scăpările de gaze toxice în atmosfera locului de muncă.

Un alt aparat de măsurat, folosit în producție pentru măsurarea intensității curentului electric, este ampermetrul. Normele de tehnica securității la fabricarea acidului clorhidric arată că trebuie să se cunoască în fiecare moment intensitatea curentului, deoarece o intensitate mai mare, provoacă o degajare mai puternică de gaz, care poate duce la suprapresiune, urmată de explozie și accidente.

De asemenea, normele de tehnica securității referitoare la întrebuințarea energiei electrice în rafinării prevăd că prin circuitele care alimentează instalațiile electrice situate în spații cu atmosferă explozivă să nu treacă un curent cu o intensitate mai mare de 10 amperi, iar aceste circuite să fie protejate cu siguranțe de 10 amperi, montate în afara zonei explozive.

Statul nostru de democrație populară creează zi de zi condițiile necesare pentru ca munca oamenilor în întreprinderi să se desfășoare fără pericol. Este de datoria tuturor să respecte normele de tehnica securității și să folosească aparatele de măsurat conform instrucțiunilor, pentru a se evita astfel orice cauză de accidente.

De asemenea trebuie să arătăm că nu este suficient ca muncitorii din diferitele locuri de muncă să cunoască normele de tehnica securității și importanța pe care o prezintă aparatele de măsurat și de control, pentru o muncă lipsită de pericol. Este necesar ca și administrația întreprinderii să cunoască importanța acestor aparate.

Plăcuţe model de duritate

Ing. S. MANOLESCU

В статье даются указания относительно пластинок применяемых при проерке приборов для определения твёрдости. Указываются технические условия которым должны удовлетворять эти пластинки, для правильного их применения.

★

Dans le présent article on trouve des indications utiles sur la construction des disques étalon de durité, employes au contrôle des instruments servant à déterminer la dureté, aussi que sur leur mode d'emploi.

On y mentionne aussi les conditions technique requises pour que ces disques satisfassent les demandes d'un emploi correct.

Determinarea durităţii este una din cele mai răspîndite metode folosită pentru aflarea unor caracteristici mecanice ale metalelor; ea prezintă avantajul că este rapidă şi nu distruge piesa supusă încercării.

Duritatea este proprietatea materialelor de a rezista la o solicitare care tinde să-i distrugă suprafaţa. Prin aceasta duritatea nu este o proprietate bine definită; ea poate fi exprimată în diferite moduri care formează baze pentru diferite metode de determinare a durităţii.

Determinarea durităţii dă posibilitatea de a se verifica calitatea pieselor după un tratament termic, termo-chimic sau după diferite prelucrări mecanice prin deformare.

Încercările de duritate se execută atît prin acţiunea unor sarcini statice, cît şi prin aceea a unor sarcini dinamice; după modul de executare, aceste încercări se pot executa prin apăsare, prin zgîriere, prin oscilaţii pendulare sau prin recul elastic. Cele mai utilizate metode sînt bazate, în general, pe acţiunea mecanică de pătrundere a unui corp dur în altul mai puţin dur, care se încearcă.

În funcţie de mărimea şi de forma corpului dur care pătrunde în metalul de încercat, în funcţie de sarcina de apăsare şi timpul de menţinere sub sarcină, sînt stabilite tabele care dau direct duritatea metalului în unităţi de duritate specifice metodei folosite.

În cazul anumitor metale, a fost stabilită o relaţie între duritate şi rezistenţa la rupere a metalelor supuse solicitării la tracţiune. Prin această relaţie, determinînd numai duritatea H se poate calcula cu aproximaţie rezistenţa la rupere σ_r a metalului respectiv.

Relaţia între aceste mărimii este de forma

$$\sigma_r = K.H$$

unde constanta K depinde de felul metalului şi de metoda folosită.

Aparatele construite pentru determinarea durităţii sînt în funcţie de metodele care se aplică şi, ca orice aparat de măsurat, trebuie şi ele supuse verificărilor interne şi de stat, pentru a se constata dacă măsoară exact.

Verificarea justeţii indicaţiilor ce se obţin cu aceste aparate se face cu ajutorul plăcuţelor-model de duritate.

Aceste plăcuţe sînt nişte corpuri paralelipipedice sau cilindrice executate din oţel, a căror duritate este bine cunoscută.

Prin încercarea lor la duritate pe aparatul ce trebuie verificat, se stabileşte dacă aparatul dă indicaţii corecte sau nu.

Plăcuţele-model de duritate asigură calitatea măsurării durităţii, cu obligaţia însă ca ele să fie bine executate şi tot atît de bine etalonate.

Alegerea materialului, alegerea regimului de prelucrare mecanic şi de tratament termic, trebuie să asigure o perfectă uniformitate a durităţii superficiale a plăcuţei.

Plăcuţele model se execută în general din oţel aliat avînd una din compoziţiile arătate în tabela de mai jos :

C	1,35...1,5	1,4	1,5	1,03	0,9...1,1
Si	0,2 ...0,3	0,25	—	0,17	0,3
Mn	0,3 ...0,4	0,75	—	0,41	0,35
Cr	1,45...1,6	1,7	1,5	—	—

În afară de acestea se mai pot introduce şi urme de Va sau Wo.

Prin cercetări metalografice, trebuie să se stabilească dacă s-a obţinut o structură perfect omogenă a aliajului, aceasta fiind una din condiţiile principale pentru obţinerea unei uniformităţi a durităţii superficiale.

Invariabilitatea în timp a valorilor durităţii se obţine prin îmbătrînirea naturală a metalului din care se confecţionează plăcuţele-model de

duritate, sau prin îmbătrînirea artificială, folosindu-se metodele clasice cunoscute:

— fierberea în ulei sau

— acţiunea băilor alternate.

Pentru utilizarea primei metode se folosesc băi obişnuite de ulei la o temperatură de maxim 120...150°C, unde plăcuţele-model de duritate sînt ţinute circa 200 ore, pentru a se asigura invariabilitatea în timp a proprietăţilor metalului.

Metoda băilor alternate constă în aceea că plăcuţele-model de duritate se introduc în apă cu ghiaţă la 0°C şi apoi într-o baie cu tempetura de +100°C; se alternează aceste introduceri de 50...60 ori. S-a constatat că se obţine prin această metodă, o bună îmbătrînire artificială a metalului.

Dacă aceste operaţiuni de îmbătrînire sînt executate cu atenţie, plăcuţele-model de duritate nu prezintă modificări de duritate sau de structuri chiar după un interval de 4...6 ani.

Aceste operaţii de tratare fiind terminate, plăcuţele model de duritate trebuie rectificate pînă la curăţirea perfectă a suprafeţelor şi apoi lustruite pînă ce se realizează un luciu de oglindă.

Prelucrarea mecanică de finisare a plăcuţelor model de duritate, trebuie executată cu atenţie; în special trebuie să se urmărească ca metalul să nu se încălzească la suprafaţă în timpul rectificării şi al polizării, pentru a fi ferit de noi modificări ale structurii sale. Această prescripţie se referă în special la plăcuţa-model pentru durităţi înalte (peste circa 650 Hv).

Plăcuţele-model de duritate care sînt folosite pentru verificarea aparatelor de încercare a durităţii, trebuie să îndeplinească următoarele condiţii tehnice:

— cele destinate pentru încercările cu penetratoare cu bilă, să aibă o grosime minimă de 10 mm, iar cele utilizate la aparatele cu penetrator cu piramidă sau con de diamant, trebuie să aibă o grosime de cel puţin 6 mm;

— suprafaţa de reazem să fie rectificată plan şi să nu prezinte urme de încercare, pentruca plăcuţa să se poată aşeza perfect pe suprafaţa măsuţei de reazem a aparatului (în special pentru încercarea Rockwell);

— suprafaţa de lucru trebuie să fie perfect polizată şi să nu aibă rizuri, sgîrieturi sau alte defecte, care ar putea să influenţeze precizia măsurării urmei;

— muchiile plăcuţelor model de duritate trebuie să aibă o teşitură de circa 1 mm;

— pe plăcuţele model de duritate nu se admit urme pronuntate de coroziune şi ca atare ele trebuiesc protejate prin ungere cu vaselină neutră şi înfăşurare în hîrtie pergament, cînd nu sînt folosite;

— pe suprafaţa laterală a plăcuţei model de duritate sau pe suprafata de reazem, se vor imprima clar şi vizibil, fără ştersături sau corecturi, simbolurile, numărul şi cifrele limită de duritate cu o aproximaţie de o unitate de duritate pentru încercarea Brinell şi Vickers şi 0,5 unităţi de duritate pentru încercarea Rockwell.

La cele destinate aparatelor cu penetrator cu bilă, se va mai trece şi sarcina la care s-a executat etalonarea plăcuţei model.

— pe suprafaţa de lucru a plăcuţei model de duritate se va imprima marca de verificare a organului D.G.M. care a executat verificarea.

Etalonarea plăcuţelor model de duritate se va executa cu mare atenţie, avîndu-se în vedere următoarele:

— este necesar să se execute un număr de 10 determinări pentru fiecare placă.

— dimensiunile urmelor trebuie să se determine, în cazul metodelor Brinell şi Vickers, cu o precizie de ± 0,001 mm.

— sarcinile de apăsare trebuie să corespundă cu cele prescrise cu o abatere tolerată de ± 0,25%.

— duritatea nominală a plăcuţei model se stabileşte ca media aritmetică din cele 10 valori de duritate obţinute.

— durităţile găsite la cele 10 determinări nu trebuie să întreacă, pentru metodele Brinell şi Vickers, abaterea limită de ± 1,5% faţă de duritatea nominală a plăcuţei model, respectiv, pentru metoda Rockwell, ± 0,5 unităţi de duritate.

Trebuie observat că împrăştierea valorilor durităţii pe plăcuţa model, aşa cum a fost definită prin limitele de toleranţe arătate mai sus, cuprinde atît abaterile efective de la duritate ale plăcuţei model cît şi erorile de determinare a durităţii (erori de forţă, erori de citire, etc).

*

* *

Inainte de a se executa cu ajutorul plăcuţelor model, verificarea justeţei indicaţiilor aparatelor de măsurat, acestea trebuie verificate şi din alte puncte de vedere. În primul rînd este necesară determinarea valorii forţei de solicitare cu ajutorul unui dinamometru. Prin acesta se pot pune în evidenţă cauzele care determină erorile de măsurare a durităţii cu aparatul examinat.

De asemenea, la verificarea acestor aparate, se impune o mare atenţie la examinarea formei şi dimensiunilor penetratorului, precum şi la cîteva condiţii mai importante de instalare a aparatului.

Astfel, montarea aparatului trebuie să se facă pe o fundaţie solidă, într-un loc ferit de trepidaţii sau şocuri; toate piesele componente trebuie să fie în bună stare de funcţionare şi să nu prezinte deteriorări mecanice.

Dispozitivele de acţionare, mecanismul de comandă, eventual aparate indicatoare, filetul măsuţei de reazem trebuie de asemenea să fie în bună stare şi unse.

Sarcina trebuie să se aplice perpendicular pe plăcuţa model, fără şocuri sau lovituri şi în mod progresiv.

Bila, respectiv vîrful penetratorului, să nu prezinte abateri de la dimensiunea nominală şi să nu aibă defecte vizibile cu o lupă care măreşte de 5 ori; în cazul aparatului Brinell, bila trebuie să se mişte liber în montura ei şi să iasă în afara acesteia cu circa o treime din diametrul ei.

Axul de susţinere al penetratorului să fie perfect vertical; penetratorul de diamant trebuie să fie în stare bună şi să nu prezinte crăpături sau alte defecte.

Greutăţile care sînt folosite la aceste determinări trebuie să aibă erorile în limitele abaterilor admise de instrucţiunile respective.

*
* *

La verificarea justeţei indicaţiilor aparatelor care servesc la determinarea durităţii metalelor, cu ajutorul acestor plăcuţe model de duritate, trebuie să se aibă în vedere următoarele:

— pentru aparatele cu penetrator cu bilă se vor folosi cel puţin două plăcuţe model de duritate: una pentru duritatea 220...320 unităţi Brinell (sarcina de 3000 kgf) şi alta pentru duritatea 80...110 unităţi Brinell (sarcina de 1000 kgf).

Se vor executa 5 determinări pentru fiecare plăcuţă model; abaterea valorilor de duritate găsite nu trebuie să întreacă $\pm$ 3% din duritatea nominală a plăcuţei model.

— pentru aparatele cu con de diamant se folosesc 6 plăcuţe model de duritate cu valorile de duritate cuprinse în intervalele arătate în tabela de mai jos, dependent de cele trei feluri de duritate Rockwell (A, B şi C).

Şi la această verificare se fac tot cîte 5 determinări pentru fiecare plăcuţă-model; abaterea valorilor de duritate găsite nu trebuie să difere de duritatea nominală a plăcuţei-model cu mai mult de $\pm$ o unitate de duritate.

Duritate Rokwell		
H_{RC}	H_{RB}	H_{RA}
60...70		
30...50		
10...30	70...90	
	25...35	cel puţin 70

— pentru aparatele cu piramidă de diamant se folosesc cel puţin 3 plăcuţe-model de duritate pentru valorile:

H_v = 120...180
H_v = 300...400
H_v > 700

În acest caz se vor executa 5 determinări; abaterea valorilor de duritate găsite nu trebuie să întreacă $\pm$ 3% din duritatea nominală a plăcuţei model.

Uneori, pe plăcuţele model sînt înscrise numai cele două limite între care trebuie să se găsească rezultatele. Acestea se stabilesc adăogîndu-se abaterile limită de $\pm$ 3% pentru durităţile Brinell şi Vickers, respectiv de $\pm$ 0,5% unităţi de duritate pentru încercarea Rockwell, la duritatea medie a plăcuţei model găsite cu ocazia etalonării.

Abateri şi erori tolerate care ar trebui exprimate în valoare absolută

Ing. FL. ONIŢIU

В статье отмечается, что выражение допусков по прямолинейности, плоскости и параллельности в симетричных отклонениях, является ошибочным и они должны быть заменены допусками выраженными в абсолютных величинах. Обращается также внимание на возможные ошибки при симетричном выражении предельных погрешностей сравнительных приборор, вместо выраженной гамы погрешностей в абсолютной величине.

★

L'auteur démontre que le mode d'exprimer la tolérance de rectilinéarité, planéité et paralelisme par des écarts symétriques est erronné et doit être remplacé par une tolérance exprimée en valeur absolue

L'auteur attire aussi l'attention sur les confusions qui peuvent naître du mode symétrique d'exprimer les erreurs-limite des instruments comparateurs, proposant leur expression par l'intervalle de tolérance, en valeur absolue.

In nota de faţă vom arăta două situaţii, dintre care, în prima, indicarea simetrică a erorilor de prelucrare tolerate ale unor piese este greşită, iar în a doua, indicarea simetrică a erorilor de indicaţie a unui anumit tip de aparate de măsurat poate duce la confuzii şi ar trebui evitată.

* * *

Există în general obişnuinţa de a se exprima anumite abateri (erori de prelucrare) tolerate, prin aşezarea semnului dublu ± în faţa valorii abaterii. In cele ce urmează vom arăta că, în anumite situaţii, o asemenea exprimare nu este justă şi poate da naştere la confuzii grave.

In cazul abaterilor tolerate de la forma geometrică corectă a pieselor, se obişnuieşte uneori să se exprime:

— abaterea tolerată de la rectilinitatea generatoarei: ± 0,1/100.

— abaterea tolerată de la planitatea unei suprafeţe: ± 0,2/500;

— abaterea tolerată de la paralelismul a două feţe plane sau a două axe: ± 0,15/100.

O asemenea exprimare este greşită, pentru că nu există o valoare de referinţă faţă de care să se măsoare abaterile în mod simetric. In realitate prescripţia privitoare la rectilinitate trebuie să exprime (fig. 1) că generatoarea reală *g* a piesei trebuie să prezinte abateri de rectilinitate de aşa natură, încît să nu iasă dintre două paralele care au între ele distanţa *a*. Aceasta se poate fixa, fie independentă de lungimea piesei, fie proporţională cu lungimea acesteia, în care caz ea se exprimă sub formă de fracţie u/100, u/500, etc.

Valoarea *a, care nu are semn,* este abaterea

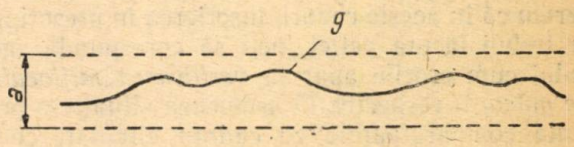


Fig. 1

tolerată de la rectilinitate, pentru generatoarea piesei respective.

Aceeaşi observaţie este valabilă pentru abaterea de la planitate, cu deosebire că aci *a* este distanţa dintre două plane paralele, iar *g* reprezintă suprafaţa reală despre care este vorba.

In cazul paralelismului a două axe (fig. 2)

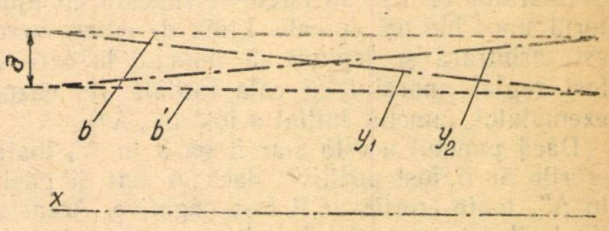


Fig. 2

prescripţia trebuie să exprime că una dintre axe, *y*, nu trebuie să se abată de la paralelismul ei faţă de cealaltă axă, *x*, cu mai mult decît îi per-

mit două drepte (*b şi b'*) paralele cu *x*, avînd distanţa între ele egală cu *a*, exprimată totdeuna proporţional cu lungimea. Deci, în acest caz, exprimarea prescripţiei se va face întotdeauna sub forma a = u/100, u/500, etc. Şi în acest caz valoarea a este tot fără semn; ea reprezintă abaterea tolerată de la paralelismul dintre cele două axe. Aceeaşi observaţie se referă şi la paralelismul între două suprafeţe plane.

* * *

Există şi în domeniul metrologiei propriu-zise situaţii în care interpretarea exprimării simetrice a erorilor este nesigură şi deci este de evitat. Este vorba anume atît de cazul aparatelor cu *zero* necunoscut şi de acelea cu zero ales după necesitate, la care trebuie să se facă interpretarea cu atenţie, cît şi de cazul aparatelor micrometrice.

Pentru a lămuri cele afirmate, observăm că erorile de indicaţie tolerate pot fi exprimate fie aşa cum apar erorile *în cursul procesului de măsurare,* fie aşa cum acestea sînt sesizate *în cursul procesului de verificare* a mijlocului de măsurare în chestiune.

De cele mai multe ori, la verificare, erorile sînt sesizate în acelaşi mod în care ele apar în timpul procesului de măsurare. Există însă şi cazuri în care erorile de indicaţie apar *simetrice* în cursul *procesului de măsurare,* dar sînt sesizate *în valoare absolută,* în cursul *procesului de verificare.* Avînd în vedere că erorile tolerate sînt date în prescripţii, pentru ca la *verificarea* aparatului ele să fie comparate cu cele real găsite, considerăm că în aceste cazuri, înscrierea în prescripţii ar trebui făcută astfel încît să corespundă modului cum erorile apar la *verificarea mijlocului de măsurat* respectiv. O asemenea situaţie o prezintă comparatoarele cu cadran circular, comparatoarele în general şi, în anumite situaţii, măsurile micrometrice.

Astfel, deşi exprimarea erorii tolerate la un comparator cu cadran circular se poate face sub formă simetrică, acest mod de exprimare poate da naştere aproape totdeauna la interpretări greşite şi noi preferăm exprimarea erorii tolerate în valoare absolută.

În figura 3 a este dată curba de erori a unui comparator cu cadran circular, ridicată cu ajutorul unor blocuri de cale. Linia de eroare zero este arbitrară şi depinde de punctul la care a fost reglat aparatul cu cala iniţială (în cazul exemplului, punctul iniţial a fost în „A").

Dacă punctul acesta s-ar fi găsit în A', toate erorile ar fi fost pozitive; dacă el s-ar fi găsit în A", toate erorile ar fi fost negative. Aceasta fiind situaţia, se pune întrebarea: care este cea mai mare eroare care se poate face cu comparatorul respectiv în *timpul utilizării*?

Răspunsul este limpede: cea mai mare eroare ce se poate face cu acest comparator în intervalul în care s-a ridicat curba erorilor este Δ, şi anume $\pm\Delta$; dacă, în timpul întrebuinţării, s-a reglat comparatorul în punctul A', eroarea maximă este $+\Delta$ iar dacă el a fost reglat în punctul A" eroarea maximă este $-\Delta$.

În consecinţă, cînd se spune că eroarea tolerată a unui comparator este $\pm v_{lim}$, aceasta ar trebui

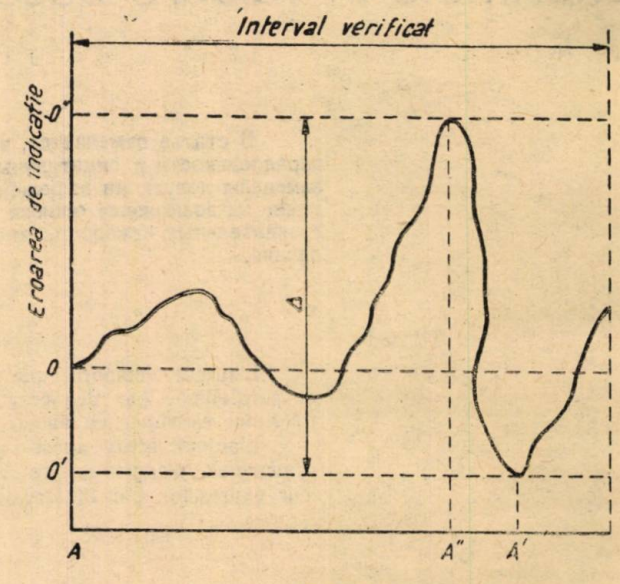


Fig. 3 a

înţeles în sensul de mai sus. Ori, în general, se înţelege că v_{lim} este egal cu $\frac{\Delta}{2}$. Din această

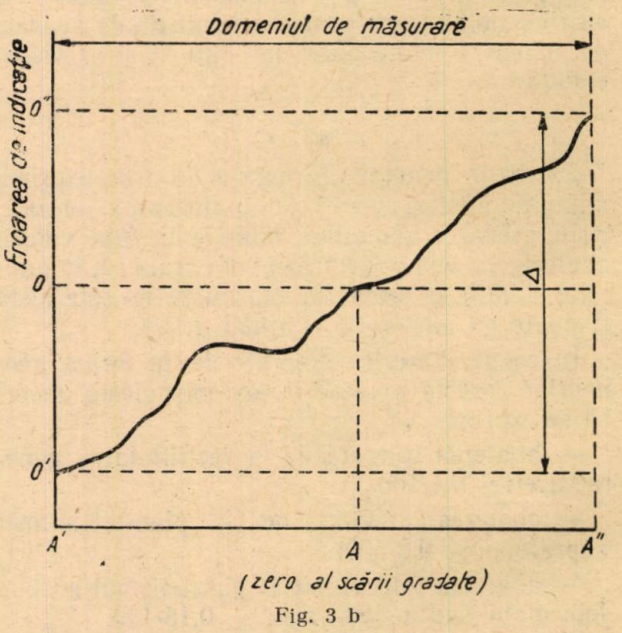


Fig. 3 b

cauză, propunem definirea erorii tolerate a unui comparator cu cadran circular, în concordanţă cu definiţia dată de Ing. Abadji:*) „Eroarea

*) Revista „Standartizaţia nr. 4/1955 pag. 59; Abadji: „Despre cîteva nepotriviri ale standardelor pentru comparatoarele cu cadran circular şi pentru cele cu pîrghie dinţată".

maximă de indicaţie a unui comparator cu cadran circular într-un interval dat este egală cu diferenţa algebrică dintre erorile extreme obţinute între limitele porţiunii date şi luate cu semnul lor". Contrar însă părerii acestui autor şi din motivele arătate mai sus, considerăm că este de preferat ca eroarea tolerată să se exprime sub formă de valoare absolută, formă care este mai justă din punctul de vedere al modului cum se *determină eroarea* la *verificarea aparatului* respectiv.

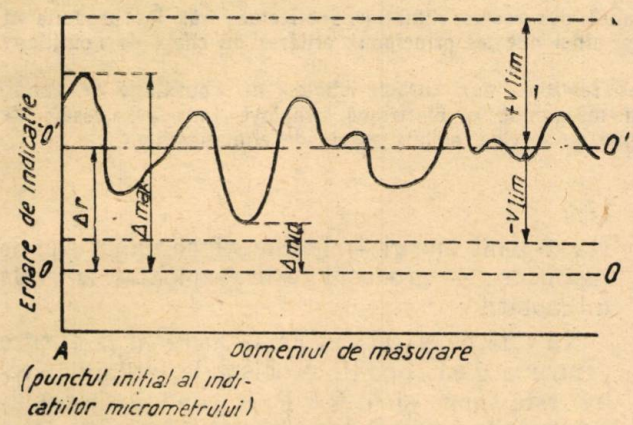


Fig. 4

Aceleaşi consideraţii sînt valabile, după părerea noastră, şi pentru celelalte aparate comparatoare, avînd în vedere că, deşi punctul zero de pe scară este fix şi nu paote fi deplasat ca la comparatorul cu cadran circular, *zero* al reglajului la măsurare, poate să nu coincidă cu *zero* de pe cadran. Atunci, de exemplu în cazul ilustrat în fig. 3-b, cînd erorile variază monoton crescător, deşi faţă de zero al cadranului (punctul A) eroarea tolerată este cca. $\frac{\Delta}{2}$, dacă punctul zero de reglaj *în utilizare* este luat în A', eroarea maximă este $+\Delta$, iar dacă este ales în A" eroarea maximă este $-\Delta$.

Mai există o situaţie specială, în cazul aparatelor micrometrice, cînd exprimarea erorii tolerate sub formă: $\pm v_{lim}$ este justă numai dacă micrometrul este perfect reglat la punctul iniţial. În cazul contrar, destul de frecvent, eroarea tolerată ar trebui definită ca şi în cazul comparatoarelor cu cadran circular, ştiind însă că, în acest caz, eroarea tolerată exprimată în valoare absolută este egală cu $2\,v_{lim}$,adică cu dublul erorii tolerate prescrise în standarde şi norme.

În adevăr, după cum se vede în fig. 4, în caz că, reglajul iniţial are o eroare de reglaj Δ_r atunci erorile de indicaţie ale micrometrului în diferite puncte vor fi toate decalate cu valoarea Δ_r , O'—O' fiind dreapta care ar corespunde erorilor nule, în caz că reglajul iniţial al micrometrului ar fi fost corect. Dreapta O—O corespunde erorilor nule în starea actuală a reglajului micrometrului.

Se vede că eroarea maximă în cazul dat nu se poate exprima decît ca diferenţă $\Delta_{max} - \Delta_{in}$ dintre erorile extreme găsite; această diferenţă trebuie să fie mai mică decît $2\,v_{lim}$, după cum rezultă din fig. 4, deoarece eroarea tolerată $\pm v_{lim}$ este dată considerînd că punctul iniţial a fost reglat corect (în O —O').

NOTĂ: *Redacţia supune părerile autorului, exprimate mai sus, discuţiei publice. Răspunsurile ce vor prezenta interes vor fi publicate în revistă la aceeaşi rubrică.*

NOTE ŞI INFORMAŢII METROLOGICE

Comisia electrotehnică internaţională a depăşit 50 ani de existenţă. Graţie dezvoltări electrotehnicii în această jumătate de veac, s-a extins în lume folosirea electricităţii pe scară foarte largă, ceea ce constituie unul din aspectele civilizaţiei actuale.

Comisia electrotehnică internaţională este unul din factorii principali care au contribuit la aceasta.

Multe dintre realizările acestui for internaţional prezintă importanţă deosebită pentru metrologie. Ceea ce va trebui însă evidenţiat în mod special este faptul că în electrotehnică s-a reuşit să se ajungă la *unificarea totală* a unităţilor de măsură specifice.

In adevăr, în prezent toată lumea — fără excepţie — foloseşte Voltul, Amperul, Wattul, etc.

Normalizarea acestor unităţi a avut consecinţe esenţiale pentru progresul tehnicii şi ştiinţei în domeniul electricităţii.

Este interesant de observat că în celelalte domenii de măsurare situaţia este departe de a fi asemănătoare. Aşa este, spre exemplu, cazul măsurării lungimilor şi maselor, mărimi cu mult mai uzuale decît cele electrice. Unificarea unităţilor de măsură pentru aceste mărimi, deşi este cerută de toată lumea încă de sute de ani, nu a fost realizată pînă acum. Sînt însă ţări (Anglia, S.U.A., India, etc.) în care se folosesc alte unităţi decît metrul şi kilogramul, dar toate aceste ţări folosesc tot Amperul, Voltul, Wattul.

Rezultă de aici, în mod evident, importanţa operei realizate de Comisia electrotehnică internaţională.

Reamintim că abia în 1954 Conferinţa generală de măsuri şi greutăţi a hotărît adoptarea (pe plan internaţional) a sistemului practic de unităţi, bazat pe metru, kilogram, secundă, amper, grad Kelvin şi candelă ca unităţi fundamentale.

Va mai trece desigur încă mult timp pînă ce această unificare generală a untiăţilor de măsură să fie realizată practic în toată lumea. Intîrzierea cea mai mare va fi probabil din partea Angliei şi S.U.A.

In legătură cu activitatea Comisiei electrotehnice internaţionale este de menţionat totuşi un eşec: pînă acum nu s-a ajuns la normalizarea frecvenţei, în reţelele de curent alternativ. Tendinţa de a se adopta universal frecvenţa de 50 perioade pe secundă întîmpină opoziţii serioase, în special din partea S.U.A.

Unele sarcini ale metrologiei în legătură cu încercarea produselor electrotehnice

Ing. SZENDE A.

Автор указывает значение климатических испытаний электротехнических материалов и изделий, а также и критерий для выбора оборудования применяемого при этих испытаниях.

★

L'auteur montre l'imporance des essais climatiques effectués sur les produits et les matériaux électrotechniques, ainsi que les principaux critères du choix de l'outillage utilisé à ces essais.

Il donne des indications relatives aux caractéristiques de l'outillage de conditionnement et de solicitation mécanique et électrique, employé tant aux essais de sûreté d'exploitation et de durée de service, qu'aux essais de climatisation.

La produsele electrotehnice şi în special la aparatele electrotehnice şi de precizie, trebuie să se rezolve o serie de probleme care influenţează durata de serviciu şi siguranţa în funcţionare. Aceste probleme se referă la orice produs electrotehnic şi în special la cele destinate exportului. Pentru rezolvarea lor este nevoie de o instalaţie foarte complexă pentru cercetări, cu ajutorul căreia se pot crea condiţii de laborator care imită condiţiile reale climatice şi de exploatare. Instalaţia trebuie să permită să se cerceteze dacă aparatele sau produsele electrotehnice de diferite feluri funcţionează corespunzător în regiunile cu climă moderată, sau în cele cu climă specială.

În această privinţă menţionăm cele două tipuri uzuale de încercări: pe de o parte cele destinate să determine durata de serviciu şi siguranţa în funcţionare, pe de altă parte încercările de climatizare, care sînt înrudite cu primele. Pentru efectuarea lor este nevoie de un utilaj în cea mai mare parte identic, sau chiar dacă nu este strict identic, se pot lua măsuri ca să fie identic. Această afinitate a celor două tipuri de încercări rezultă din faptul că atît la încercările pentru durata de serviciu şi siguranţa în funcţionare, cît şi la încercările de climatizare se cercetează în linii mari aceleaşi proprietăţi de principiu, doar condiţiile exterioare sînt alese altele. De exemplu, atunci cînd cercetăm siguranţa în funcţionare a unor instalaţii electrice de curenţi tari sau curenţi slabi, examinăm acelaşi proces de funcţionare, indiferent dacă produsul este destinat climei moderate sau celei tropicale, doar temperatura şi umiditatea atmosferică sînt alese diferit.

După cum am arătat, încercările de climatizare se referă în primul rînd la produsele destinate exportului, deoarece fără ele exportul este din capul locului de neconceput. Dacă analizăm însă condiţiile în care se exploatează produsele electrotehnice destinate consumului intern, vedem că aceste încercări sînt tot atît de necesare, şi dacă ele se omit uneori — indiferent de motiv sau de justificare — produsul este exploatat la voia întîmplării.

Nu este neapărat nevoie să mergem la tropice pentru a găsi condiţii neobişnuite: utilajul electric este supus şi în R.P.R. la condiţii destul de extreme din punctul de vedere al climei, atît datorită factorilor naturali cît şi celor artificiali.

Ca exemplu de factor natural menţionăm că pentru majoritatea teritoriului RPR temperatura maximă de vară atinge + 40°C, iar în partea sudică, de-a lungul Dunării, ajunge chiar la + 50°C. Această din urmă zonă este delimitată la Nord de o linie aproximativ paralelă cu Dunărea, la cca. 60 km. de ea, astfel încît în zona mai caldă intră Orşova, Turnu Severin, Craiova, Caracal, Bucureşti, Urziceni, tot cursul inferior al Ialomiţei şi jumătatea de Sud a Dobrogei (cu excepţia litoralului cu temperatura de vară moderată datorită mării). În realitate temperaturile pot fi uneori şi mai mari, însă prevederile de ex. ale Stas R 1833 — 50 recomandă calculul liniilor pe baza celor citate.

În ce priveşte factorii artificiali, nici nu este nevoie să dăm exemple, deoarece condiţiile din industria chimică şi metalurgică de bază, precum şi cele din secţiile similare ale altor industrii sînt bine cunoscute.

Urmează să arătăm criteriile pentru stabilirea condiţiilor tehnice ale instalaţiilor de încercare, precum şi însăşi unele instalaţii concepute pe baza acestor criterii. Trebuie să determinăm în ce condiţii probabile vor ajunge produsele noastre şi ce încercări trebuie să se efectueze pentru a preveni nefuncţionarea sau degradarea produselor în astfel de împrejurări.

Cu această ocazie se va sfabîli dacă funcţionează bine sau nu şi care sînt eventualele abateri de la prescripţiile de funcţionare.

Criteriul principal este în general că instalaţia şi încercările efectuate cu ajutorul ei trebuie să

permită studierea duratei de serviciu și siguranței în funcționare a produselor, în ambele condiții de climă — moderate și tropicale, — precum și condițiile din timpul funcționării sau transportului. În acest cadru trebuie cercetate următoarele:

a) Comportarea produsului, în special a izolației, la diferite influențe climatice, de exemplu frig, căldură uscată, căldură umedă, diferite umidități;

b) Cum reacționează produsul la diferite solicitări mecanice, de exemplu scuturare, vibrații, cădere, etc., atît pentru cazul transportului, cît și pentru cazul folosirii utilajului livrat în scopuri speciale, de exemplu pe teren;

c) Rezistența la oboseală a produselor și a elementelor acestora. În acest scop se efectuează încercările la aceleași solicitări ca în punctele precedente, însă de durată;

d) Încercări în condiții deosebite, de exemplu încercări de funcționare sau de depozitare la frig, încercări de străpungere la presiune atmosferică mică, etc.

Pentru ca produsele electrotehnice să poată face față încercărilor de durată de serviciu și de siguranță în exploatare, ele trebuie să fie construite din accesorii potrivite acestui scop. Rezultă că intalațiile pentru încercări trebuie construite din capul locului atît pentru încercarea de piese și subansamble, cît și pentru aceea a aparatelor întregi.

Pe baza experienței și indicațiilor din literatura de specialitate rezultă că, în general, sînt necesare următoarele încercări:

1) încercare la frig;
2) încercare la cald;
3) încercare la umiditate;
4) încercările la variații periodice cumulate ale temperaturii și a umidității;
5) încercări de străpungere;
6) încercări de străpungere în vacuum;
7) încercări în vacuum în atmosferă rece;
8) încercări la oboseală;
9) solicitări mecanice prin vibrare și cădere.

UTILAJUL PENTRU ÎNCERCĂRILE DE CLIMATIZARE

Acesta este comun tuturor produselor electrotehnice grele și ușoare, deoarece în fond se încearcă izolația sau stratul superficial al materialelor metalice.

Este practic ca pentru orice fel de condiție atmosferică, deci pentru frig, căldura uscată, căldura umedă, etc., să se pună în funcțiune cîte o instalație specială și să se renunțe deocamdată la instalațiile de climatizare combinată deoarece la camerele de climatizare cu condiții combinate, ar fi necesar un timp prea lung pentru trecerea la stările extreme. De asemeni instalațiile cu climă unică permit concomitent mai multe încercări paralele, ceea ce nu ar fi posibil în camerele combinate cu succesiunea fixă a solicitărilor de natură diferită.

Să trecem în revistă utilajul pentru diferitele încercări.

1. — *Încercări de răcire și aparate frigorifere.*

Pentru scopuri curente se aleg în general frigorifere pînă la — 40°C, temperatură suficient de scăzută pentru majoritatea cazurilor. În caz de nevoie se poate realiza o temperatură de — 60°C, chiar cu utilajul destinat temperaturii de — 40°C și anume cu bioxid de carbon solid.

Un frigorifer pentru acest scop pe care-l vom lua ca exemplu, are o capacitate de 1 m³. Frigoriferul este alimentat de un compresor în două etaje. Această instalație lucrează automat și are un termostat de comandă care poate fi reglat pentru orice temperatură pînă la —40°C. Compresorul lucrează cu răcire cu apă, iar dacă termostatul oprește mașina, se oprește și curentul de apă, respectiv la pornirea din nou a instalației pornește și răcirea.

Unele industrii din R.P.R. care fabrică numai sporadic produse destinate funcționării în frig încearcă produsele lor în instalațiile frigorifice ale industriei alimentare.

2. — *Căldura uscată.*

Pentru producerea căldurii uscate pînă la 200°C, se pot folosi termostate simple. Pentru a împiedica ca temperatura în interiorul termostatului să se stratifice, adică să varieze cu înălțimea, acesta este prevăzut cu un ventilator interior. În timpul măsurării, ventilatorul amestecă în permanență aerul. Această instalație lucrează cu o precizie de aproximativ ± 3°C.

3. — *Încălzire cu reglarea precisă a temperaturii.*

Un ultratermostat „Höppler" permite efectuarea încercărilor la cald, cu un reglaj al temperaturii cu toleranță de ± 0,01°C pînă la + 150°C. Această instalație este deosebit de adecvată pentru stabilirea coeficienților de temperatură, a rezistenței, capacității și a altor caracteristici. Instalația existentă poate fi completată astfel încît cu aceeași precizie ultratermostatul să poată fi folosit de la — 60°C pînă la + 250°C.

În expoziția aparatelor de precizie din R.D.G. (București, mai 1955) s-au putut vedea mai multe tipuri de asemenea ultratermostate.

4. — *Încercări în atmosferă umedă.*

Pentru efectuarea seriei de încercări în atmosferă umedă, se folosesc mai multe feluri de utilaje.

Pentru încercările simple în vederea stabilirii influenței vaporilor, se folosesc cutii cu pereți de sticlă.

Aceste cutii se folosesc în două mărimi cu o capacitate de 30 litri și 50 litri. În ele se poate prepara foarte ușor, cu ajutorul diferitelor soluții,

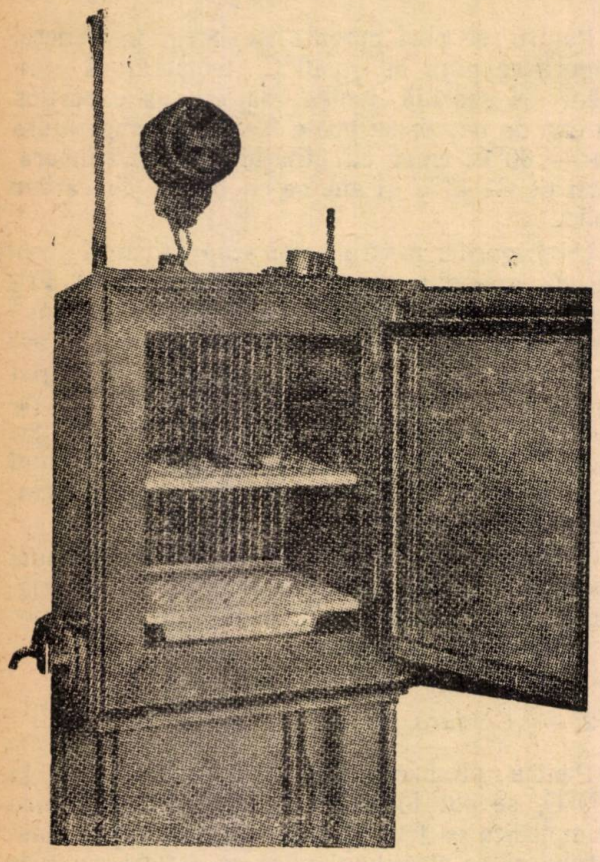


Fig. 1 — Termostat.

aer cu vapori avînd umiditatea relativă dorită. Pentru a asigura umiditatea relativă constantă în timpul încercării, este necesară stabilizarea temperaturii în interiorul cutiilor. La încercările de mare precizie, sau în cazurile cînd temperatura ambiantă este foarte variabilă (de exemplu iarna cînd în timpul nopții temperatura laboratorului scade considerabil, iar ziua urcă din cauza încălzitului), se recomandă introducerea cutiilor într-o cameră termostată respectiv — cu temperatura reglată.

Atît căldura uscată, cît și căldura umedă se pot realiza pînă la 60°C, cu termostatul din fig. 1.

Un asemenea termostat a fost construit inițial pentru încercări biologice, de către „Uzina pentru echipament de laborator" din R. P. Ungară. Între peretele exterior și interior se află o manta de apă care servește pentru a se regla temperatura prin încălzirea ei. Inerția termică apreciabilă pe care o are apa, face ca temperatura odată atinsă să rămînă în interiorul termostatului menținută la nivelul constant, cu o toleranță de ± 0,5°C.

Pentru încercarea unor produse mai voluminoase sau pentru metode de încercare mai complexe, se folosesc în unele laboratoare camere mari pentru atmosferă umedă, cu dimensiunile de 66 × 80 × 60 cm, cu perete dublu. Între cei doi pereți se află o izolație termică din vată de sticlă, dar partea frontală are o fereastră cu geam dublu. Pentru a împiedica condensarea vaporilor pe geamuri, spațiul dintre cele două geamuri este încălzit. Un ventilator asigură circulația permanentă a aerului. Fotografia unei asemenea camere cu vapori se vede în figura 2.

Această cameră se poate adapta și pentru încercări cu variații combinate periodic ale temperaturii și umidității.

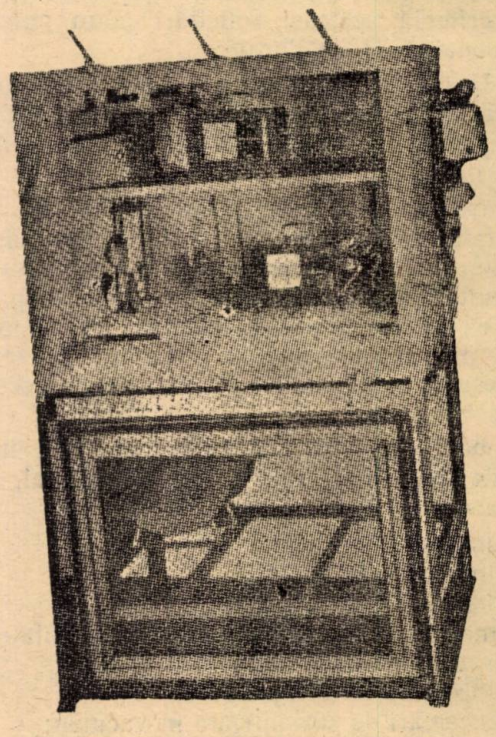


Fig. 2. — Cameră mare pentru atmosferă cu vapori.

În figura 3 se poate urmări schema de principiu a funcționării camerei cu atmosferă cu vapori.

Spațiul util al camerei marcat în figura „16", este înconjurat de stratul termoizolator „15". În interiorul camerei se află corpul de încălzire 3, care are rolul să mențină la nivel constant temperatura pentru care a fost pus la punct de termometrul de reglaj. Termometrul 1 comandă grupa de relee 2 care — la rîndul ei — conectează, sau deconectează, după nevoie, corpul de încălzire 3. Cazanul pentru vapori, marcat cu cifra 7, este un vas umplut cu apă, pe care îl încălzește corpul de încălzire 6. Termometrul de reglaj 4 comandă temperatura acestui cazan de vapori, prin intermediul grupei de relee 5. Prin cazanul de vapori, aerul intră în cazanul colector 14 al camerei mari de vapori, și anume pe două

căi. În cazanul colector, aerul este pus în circulație și amestecat, în sensul săgeților din figură, cu ajutorul ventilatorului 13.

Compresorul de aer 8 împinge aerul în conductă, fie prin robinetul 9, fie prin robinetul 10. Prin robinetul reglat 9, aerul ajunge în canalul

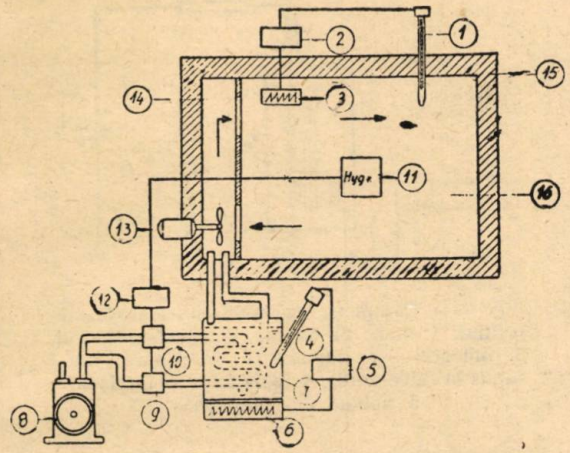


Fig. 3. — Principiul de funcționare a camerei pentru atmosferă cu vapori.

colector 14, prin intermediul cazanului de vapori și al unei conducte închise. Prin această conductă, aerul uscat intră în cameră, iar conducta trece prin cazanul de vapori, exclusiv cu scopul încălzirii aerului uscat la aceeași temperatură la care se află interiorul cazanului de vapori 7.

Esențial este că, prin robinetul reglat 10, aerul intră în spațiul de apă al cazanului de vapori și barbotează prin apă. Astfel, aerul antrenează umiditatea și transportă vaporii în canalul colector 14. Robinetele 9, respectiv 10, servesc deci pentru reglarea alternativă a umidității și cu ajutorul lor se poate realiza ca în canalul colector și deci în camera mare, să ajungă alternativ aer uscat sau umed, la temperatura dorită.

În interiorul camerei de vapori se găsește un organ sezisor pentru reglarea umidității, marcat 11, care se folosește pentru deschiderea robinetului de reglaj 9 sau 10, prin intermediul grupei de relee 12. În felul acesta, în camera de vapori intră aer uscat sau umed, după nevoie, pentru a menține umiditatea din interior la nivelul constant pus la punct. La schema din figură, umiditatea minimă poate corespunde umidității exterioare, dar la nevoie se poate realiza și un spațiu cu o umiditate relativă mai mică, cu condiția ca conducta care urmează după robinetul 9, să fie întreruptă și în ea să se intercaleze un vas uscător în care se așează o substanță pentru absorbția umidității (de exemplu clorură de calciu, silicagel, etc.).

Într-o astfel de instalație, construită la Institutul de Cercetări al industriei aparatelor de precizie din R. P. Ungară, se poate realiza orice umiditate relativă a aerului, și la orice temperatură pînă la + 60°C, în funcție de nevoile dictate de natura încercării. Bineînțeles, aparatul poate fi folosit și pentru produsele electrotehnice de curenți tari, deoarece partea sensibilă este în ambele cazuri izolația.

5. — *Încercări de străpungere.*

Aceste încercări se efectuează în legătură cu atmosfera mai mult sau mai puțin umedă, și au importanță în primul rînd pentru produsele de curenți tari, mai ales cele de înaltă tensiune.

Încercările izolației se împart în două grupe, în încercări cu tensiune alternativă de frecvență industrială și încercări cu tensiune de șoc. Importanță au ambele feluri de încercări, însă cea de a doua grupă de încercări ne-ar duce prea departe în cadrul acestui articol. De aceea, ne vom ocupa numai de încercările cu tensiune alternativă, și în general ne vom limita numai la unele aspecte speciale care au legătură mai strînsă cu subiectul.

Sursa tensiunii de încercare este de obicei un transformator monofazat de înaltă tensiune, care se alimentează dinspre partea de joasă tensiune. Bobinajul de înaltă tensiune are un pol pus la pămînt, iar la celălalt pol se conectează obiectul încercat. Nivelul tensiunii se reglează prin tensiunea de alimentare.

La puteri și tensiuni mai mici, transformatorul se excită de obicei cu ajutorul unui regulator de inducție. Această metodă este foarte simplă și sigură. La puteri mai mari și la tensiuni maxime, transformatorul se alimentează uneori de la un transformator de reglaj, alteori de la un generator.

În figura 4 se vede ca exemplu, schema de conexiuni a unei încercări de izolație la înaltă tensiune, cu generator.

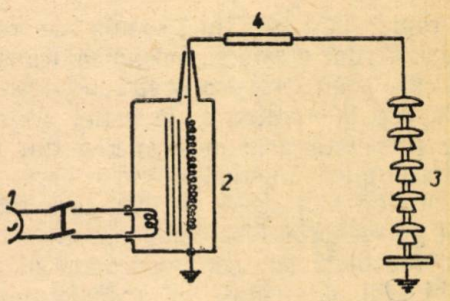


Fig. 4 — Schema unei încercări de izolație:
1 — sursă de curent cu tensiune reglabilă;
2 — transformator de înaltă tensiune, monofazat;
3 — obiectul supus încercării de izolație;
4 — rezistența amortizoare.

În afară de mașina care servește drept sursă de curent și despre care am amintit mai sus, mai deslușim în schemă rezistența amortizoare conectată între transformator și obiectul pus la încercare. Această rezistență are rolul să limiteze curentul la o eventuală străpungere sau conturnare a izolației obiectului încercat. Această

rezistență trebuie să aibă o execuție specială, fără inductanță, deci numai cu rezistență activă. În fig. 5 se vede un exemplu de execuție practică a rezistenței fără inductanță. Sîrma de rezistență este împletită într-un plan. Mărimea rezistenței se alege după nivelul tensiunii de încercare și după puterea transformatorului.

Încercările la sarcină mare a surselor de curent, se efectuează cu precauții deosebite. Astfel de încercări intervin la încercarea izolației mașinilor electrice mari, de înaltă tensiune. Bobinajul acestora are o capacitate apreciabilă față de carcasa pusă la pămînt, sau față de alte bobinaje din mașină. Această capacitate trebuie alimentată în timpul încercării. Sarcina activă este relativ mică, însă din punctul de vedere al intensității, sursa de curent a instalației de încercare este foarte solicitată de către sarcina reactivă.

În afară de acestea, mai există încă un pericol. Dacă scoatem din sursa de curent o putere reactivă mare cu caracter capacitiv, mașina se poate autoexcita. În acest caz, tensiunea generatorului

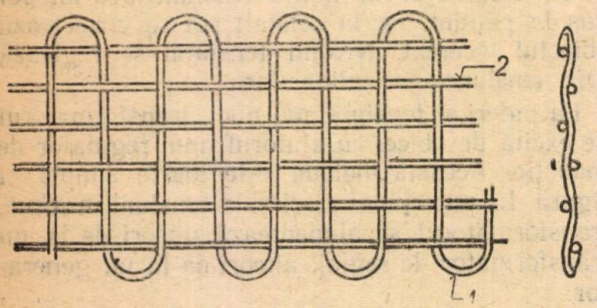


Fig. 5. — Rezistență fără inductanță:
1 — sîrmă de rezistență;
2 — țesătură izolantă.

crește rapid, fără să țină seama de reglarea excitației. Astfel crește și tensiunea transformatorului care poate provoca o străpungere a mașinii supuse la încercare. O astfel de situație trebuie prevenită prin întreruperea din timp a unui întreruptor intercalat între generator și transformator. Din aceste motive, curentul capacitiv al generatorului se compensează cu o bobină de reactanță (de șoc) conectată în paralel cu bobinajul alimentat, al transformatorului, conform schemei din figura 6.

6. — *Instalația pentru încercarea în vacuum.*

De obicei aceste instalații sînt construite în primul rînd pentru împregnarea în vacuum, dar ele pot fi folosite și pentru încercările de condiționare. Fotografia unei astfel de instalații se vede în figura 7.

Instalația posedă două rezervoare de vacuum care pot fi puse alternativ sub depresiune sau presiune. Într-unul din rezervoare se poate prepara materialul de impregnare, în timp ce în celălalt rezervor, obiectul de impregnat este supus uscării în vacuum care precedă impregnarea.

Aceeași instalație poate fi folosită — după cum am amintit — și pentru scopuri de condi-

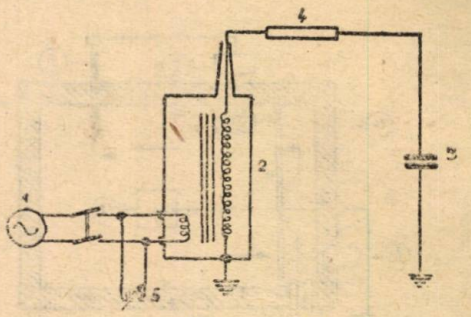


Fig. 6. — Compensarea înaintea transformatorului. 1 sursa de curent, 2 transformatorul, 3. obiectul cu capacitate interioară mare supus la încercare, 4 rezistența amortizoare, 5 bobina de compensare.

ționare. Cu ajutorul ei se pot efectua încercări de străpungere în vacuum.

Instalația poate fi completată și cu un al treilea rezervor de vacuum care se plasează în frigorifer pentru a putea extinde limitele încercărilor la presiuni de 2...3 mm Hg și —40°C.

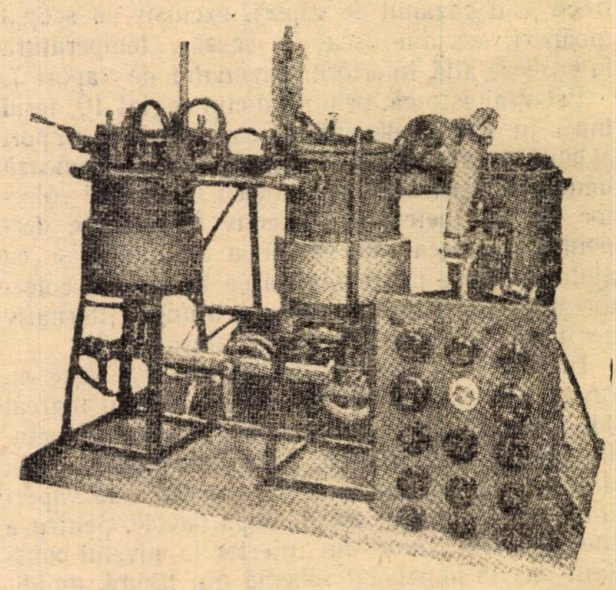


Fig. 7. — Instalații de vacuum

7. — *Încercări la oboseală.*

În legătură cu tratamentul de climatizare, este nevoie de multe ori să urmărim comportarea unor piese sau subansamble în regim de solicitare mecanică dinamică. Una din bazele încercărilor de siguranță a exploatării este supunerea pieselor la solicitări de oboseală similare celor din practică, după ce tratăm în prealabil piesele analog cu condițiile climatice la locul de destina-

ție. Există mai multe feluri de instalații pentru încercarea la oboseală a diferitelor piese și anume:

— Aparate pentru încercarea la oboseală a potențiometrelor și întreruptoarelor rotative de curenți slabi sau tari, care funcționează prin mișcări de rotație dus-întors; se poate regla și cursa. Viteza de rotație a acestei instalații este de aproximativ 20 curse/min.

— Aparate pentru încercarea la oboseală a întreruptoarelor basculante sau rotative cu cursă mică; aceasta permite aplicarea unui regim permanent de aproximativ 20 curse pe minut; la nevoie, întreruptoarele pot fi conectate și deconectate în regim permanent sub sarcină, dacă condițiile prescriu o astfel de încercare.

8. — *Mașini de scuturat și vibrat.*

Există o mare varietate de astfel de mașini. Vizitatorii expoziției industriale germane susmenționate au putut vedea în funcțiune o mașină de vibrat care funcționează pe principiul difuzo-

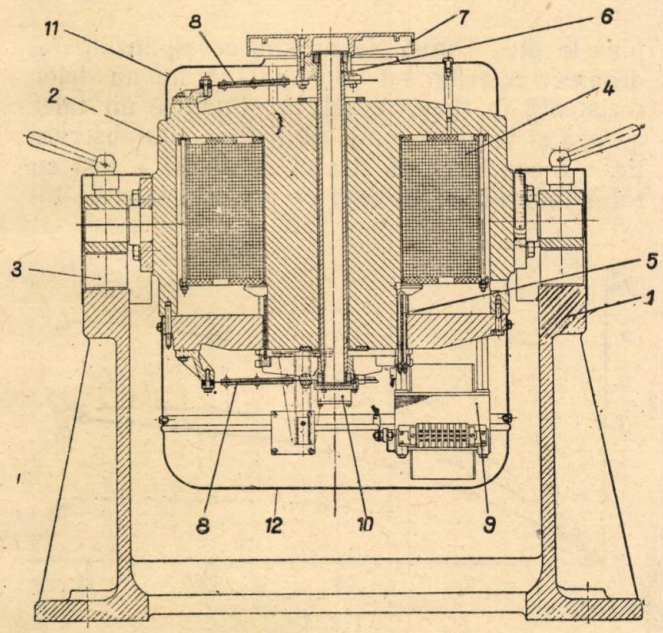


Fig. 8. Construcția mesei electromagnetice de vibrat „Askania" *1* Postament și picioare; *2* Carcasa magnetică; *3* Amortizor de cauciuc; *4* Bobina de excitație; *5* Bobina oscilatoare; *6* Tija; *7* Masa; *8* Arcuri; *9* Transformator pentru adaptarea la rezistența de ieșire a amplificatorului final; *10* Accelerometru; *11* Capac superior; *12* Capac inferior. Caracteristicile principale ale aparatului Domeniul frecvențelor 20—600 Hz, cu reglaj continuie, domeniul amplitudinilor: max 8 mm, domeniul accelerațiilor: max 10 g (1 g = accelerația gravitației terestre). Greutatea maximă a obiectului încercat: 5 kg. Puterea absorbită de generatorul electronic de oscilații: 800 W.

rului electroacustic. Controlată cu un osciloграf catodic, această mașină de vibrat poate fi reglată pentru curse arbitrare de cîțiva mm lungime, cu o alură perfect sinusoidală, sau cu armonice, și la frecvențe variind într-un interval larg.

Una din modalitățile încercării mecanice a produselor electrotehnice este încercarea cu vibrații sinusoidale.

Pentru a supune la vibrație obiecte, aparate și mașini electrice mai mari, respectiv pentru a putea realiza o reglare continuă a frecvenței, se poate folosi aparatul mecanic din figura 9.

Acest aparat mai mare permite reglarea continuă a frecvenței între 15 și 70 Hz. Avantajul constă în faptul că se pot căuta punctele de autorezonanță în aparatele supuse la încercare. Aparatul de vibrat funționează pe principiul repartizării greutății și prin reglarea greutăților rotative se poate realiza o amplitudine de 5...8 mm la frecvențele mai mici și de 2...3 mm la frecvențele mai mari. Acest aparat poate pune în vibrație motoare electrice și aparate pînă la o greutate de 70 kg.

9. — *Mașini pentru încercarea produselor la cădere.*

În afară de solicitarea mecanică prin vibrații sinusoidale, produsele electrotehnice se mai supun de foarte multe ori și la solicitări prin șoc. În acest scop se pot folosi mașini speciale, care permit căderea unor produse de 50 kg. greutatea limită, de la o înălțime maximă de 30 mm. Frec-

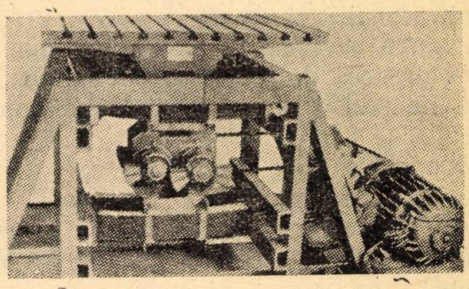


Fig. 9 Aparat mare, mecanic, de vibrat

vența maximă a căderilor este de aproximativ 100 căderi pe minut. Înălțimea de cădere, precum și duritatea suprafețelor care se lovesc, se poate pune la punct cu ajutorul unor plăci-suporți corespunzătoare. În practică, aceasta înseamnă că se poate realiza o lovire corespunzătoare unei accelerații care variază între 7 g și 30 g.

Pentru viteze de cădere mai mari, se pot construi cu mijloace proprii mașini de încercat prin cădere, la care duritatea de lovire și înălțimea de cădere pot fi deasemenea reglate. În general, astfel de mașini se folosesc cu o cursă de 8 mm, și cu o placă de bachelită cu inserție textilă pentru amortizarea lovirii, în care caz mașina este potrivită pentru încercarea produselor electrotehnice de precizie, destinate solicitărilor grele. Lovitura corespunde unei accelerații de aproximativ 30...35 g. Frecvența căderilor este de aproximativ 250 căderi pe minut.

Asupra îmbunătăţirii calităţii talerelor pentru balanţe

Ing. GH. IVANOVICI şi chimist C. COPOIU

Авторы дают результаты опытов и исследований произведенных над тарелками сложных весов, изготовленных ис текстильного бакелита, с целью определения метода устранения их гигроскопичности.

На основе полученных результатов, описывается метод, который уменьшает эту гигроскопичность до допустимых пределов.

★

On présente les résultats des essais et expériences faites sur des fléaux pour des balances composées, en bakelite textile, en vue de découvrir une méthode pour en éliminer leur propriétés hygroscopiques.

Les résultats obtenus permettent de recommander une méthode qui diminue suffisemment les propriétes hygroscopiques des fléaux pour que ceux-ci entrent dans les limites tolerées.

Inlocuirea alamei la confecţionarea talerelor pentru balanţe a constituit şi constituie încă, o preocupare atît pentru întreprinderile constructoare, cît şi pentru beneficiari, deoarece talerele pentru balanţe trebuie să îndeplinească neapărat mai multe condiţii şi anume:

— să nu-şi modifice greutatea în timp, pentru a nu provoca desechilibrarea balanţei;

— să fie rezistente la acţiunile mecanice şi chimice;

— să poată fi uşor confecţionate;

— să aibe un preţ relativ convenabil.

Pentru rezolvarea problemei s-au propus şi s-au încercat pînă în prezent mai multe soluţii şi anume:

— construirea talerelor din tablă de oţel, emailată, alămită, nichelată sau argintată;

— construirea talerelor dintr-un material plastic.

În practică prima soluţie nu a dat satisfacţie. Într-adevăr, prin izbire, inerentă exploatării, o parte a emailului care acoperă talerele cade, ceea ce are ca efect, în primul rînd, o pierdere din greutate care determină dezechilibrarea balanţei. În afară de aceasta, talerele capătă un aspect exterior necorespunzător.

— Talerele alămite păreau că dau rezultate satisfăcătoare la încercările la care au fost supuse în laborator (atac cu acid acetic 9% timp de 3 minute, atac cu acid clorhidric soluţie N/10 timp de 30 minute, atac cu soluţie 33% hidrat de sodiu timp de 10 minute, atac cu soluţie saturată de carbonat de sodiu timp de 30 minute şi atac cu soluţie 32% de acid azotic timp de 30 minute). Ele nu au rezistat acţiunii hidratului de sodiu şi a acidului azotic, care atacau zincul şi apoi cuprul din stratul de alamă, ajungînd pînă la oţel. Totuşi ele nu sînt corespunzătoare, deoarece ulterior s-a constatat că nu au deloc rezistenţă în timp. Astfel, umplîndu-se un taler cu apă şi ţinîndu-se mai mult timp sub observaţie, s-a constatat că stratul de alamă a fost cu totul îndepărtat. În ceea ce priveşte talerele ni-

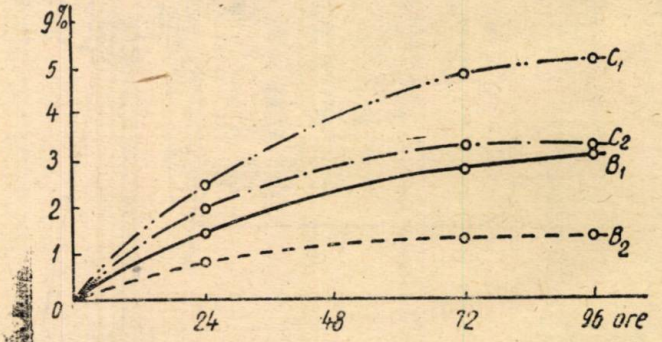


Fig. 1

chelate şi argintate, nici ele nu au dat satisfacţie pentru considerente asemănătoare.

Se părea că problema putea fi considerată rezolvată, odată cu trecerea la fabricarea talerelor din bachelită textilizată.

Primele exemplare de talere executate din bachelită, supuse încercărilor de stat, au fost găsite corespunzătoare atît din punct de vedere al rezistenţei mecanice, cît şi din punct de vedere al rezistenţei lor la acţiuni chimice.

Păşindu-se la echiparea balanţelor cu astfel de talere, s-a constatat însă o variaţie mare a greutăţii lor, datorită unei pronunţate higroscopicităţi, care nu fusese observată la exemplarele încercate. Ulterior s-a constatat că această higroscopicitate se datoreşte în parte insuficientei

presări a talerelor, în momentul confecționării. Într-adevăr, talerele supuse încercărilor de stat fuseseră confecționate la o apăsare de 60 kgf/cm², în timp ce talerele construite în serie au fost presate numai cu 30 kgf/cm², din care cauză ele prezentau o mai mare porozitate și deci o acțiune higroscopică mărită.

S-a pus problema găsirii unui mijloc care să permită micșorarea acestei acțiuni în așa fel,

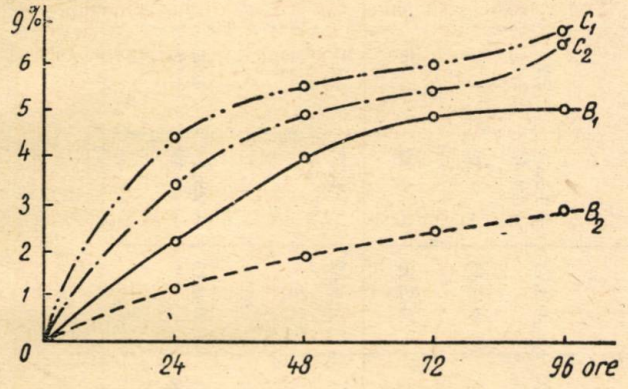


Fig. 2

încît balanțele echipate cu astfel de talere să nu mai fie supuse dezechilibrării, sau, în cel mai rău caz, dezechilibrarea să fie micșorată în așa măsură, încît să poată fi anihilată prin dispozitivul de tarare.

cîte două exemplare din două loturi de fabricație diferită.

Determinările efectuate. Talerele au fost cîntărite în starea în care au fost primite, după ce în prealabil fuseseră șterse de praf. După această operație ele au fost introduse în apă la temperatura camerei, de cca 15°C, și recîntărite apoi după 24 ore, 72 ore și 96 ore de ținere în apă.

Exemplarele notate cu B_1 și B_2 reprezentînd unul din loturile de fabricație, au absorbit mai puțină apă, decît exemplarele notate cu C_1 și C_2 reprezentînd celălalt lot de fabricație.

După această operație toate exemplarele au fost ținute în etuvă la temperatura constantă de 50°C și cîntărite după 24 ore, 48 ore, 72 ore și 96 ore de uscare.

Talerele B_1 și B_2 au scăzut mai puțin în greutate, decît talerele C_1 și C_2.

Recîntărite, după ce toate talerele au fost ținute în aer la temperatura camerei de circa 15°C, timp de 24 ore, umiditatea relativă a aerului fiind de 60%, s-a constatat că talerele B_1 și B_2 au pierdut din greutate mai puțin decît talerele C_1 și C_2, păstrîndu-se cam aceiași proporție față de pierderile constatate la cîntărire după scoaterea din etuvă.

În tabelul nr. 1 sînt trecute rezultatele cîntăririlor făcute inițial precum și diferențele obținute după operațiile amintite.

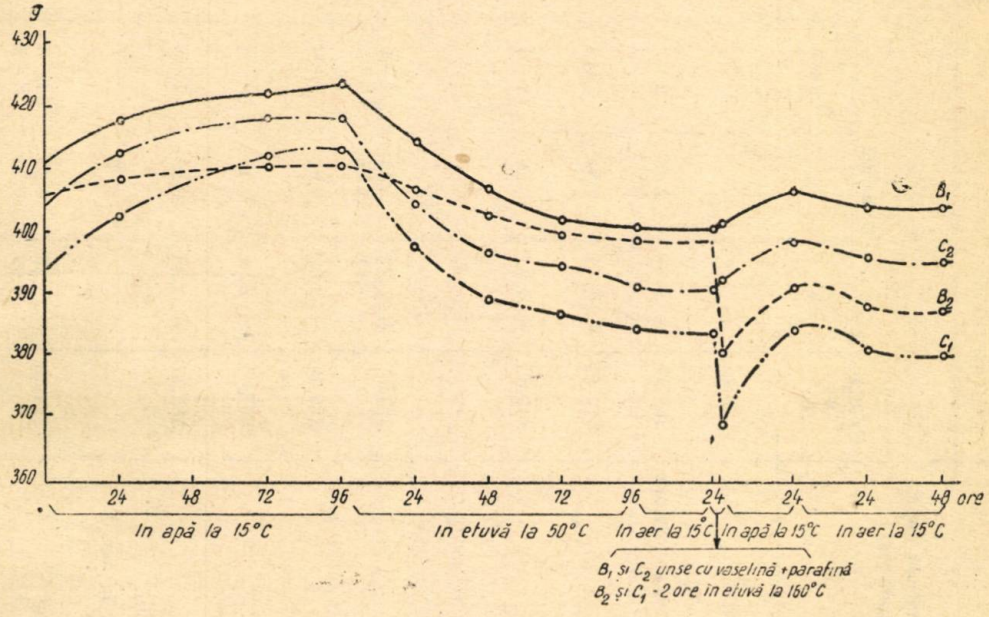


Fig. 3

Pentru aceasta. trebuiau stabiliți factorii care influențează asupra higroscopicității pieselor din bachelită și apoi găsite mijloacele pentru îndepărtarea sau micșorarea influenței lor.

Studiul asupra gradului de higroscopicitate, s-a efectuat la patru talere din bachelită textilă, alese

În fig. 1 este arătată creșterea în greutate după ținerea în apă la temperatura de 15°C, iar în fig. 2 pierderea în greutate după ținerea în etuvă la temperatura de 50°C.

Din examinarea rezultatelor obținute s-a constatat că talerele notate cu C_1 și C_2 sînt mai po-

TABELA Nr. 1

Nr. curent	Greutatea inițială după operația indicată	TALER											
		C_1				C_2			B_1			B_2		
		Greutatea g	Diferența			Greutatea g	Diferența		Greutatea g	Diferența		Greutatea g	Diferența	
			g	%	dintre		g	%		g	%		g	%
1	Greutatea inițială	393,40				404,84			410,77			405,87		
2	După ce a stat în apă 24 ore	402,97	+ 9,57	2,43	2—1	412,85	+ 8,01	1,98	416,85	+ 6,08	1,48	408,50	+ 2,63	0,65
3	Idem 72 ore	412,42	+ 9,45	2,34	3—2	418,05	+ 5,20	1,25	422,92	+ 6,07	1,45	410,35	+ 1,85	0,45
4	Idem 96 ore	413,62	+ 1,20	0,29	4—3	418,70	+ 0,66	0,16	424,06	+ 1,14	0,27	410,98	+ 0,63	0,15
5	După ce a stat la 50°C,													
	24 ore	397,81	+ 20,22	5,14	4—1	404,04	+ 13,87	3,42	413,71	+ 13,29	3,21	406,03	+ 5,11	1,24
			— 15,81	3,82	4—5		— 14,67	3,50		— 10,35	2,44		— 4,95	1,20
6	Idem 48 ore	389,79	— 8,02	2,02	5—6	397,12	— 6,92	1,71	406,42	— 7,29	1,76	402,45	— 3,58	0,88
7	Idem 72 ore	387,65	— 2,14	0,55	6—7	395,02	— 2,10	0,53	402,40	— 4,02	0,98	400,42	— 2.03	0,50
8	Idem 96 ore	385,37	— 2,28	0,59	7—8	390,71	— 4,31	1,09	400,62	— 1,78	0,44	398,77	— 1,65	0,41
9	După ce a stat la aer, la													
	15°C, 24 ore	384,40	— 28,25	6,83	4—8	390,01	— 28,00	6,68	400,13	— 23,44	5,52	397,32	— 12,21	2,97
			— 0,97	0,25	8—9		— 0,70	0,18		— 0,49	0,12		— 1,45	0,36

roase şi deci absorb apă în cantitate mai mare. Întrucît porozitatea bachelitei reprezintă factorul considerat ca avînd influenţa principală asupra higroscopicităţii şi întrucît această porozitate nu se poate datora decît fie unei insuficiente presări, fie unei insuficiente polimerizări, am căutat mai întîi să constatăm efectul pe care l-ar avea acoperirea suprafeţei prin ungere cu un amestec de parafină şi ulei de vaselină. Rezultatele sînt arătate în tabela Nr. 2 şi ele nu au putut fi considerate corespunzătoare. Întrucît nu am avut posibilitatea constatării variaţiei porozităţii în funcţie de presiunea folosită la fabricare, am încercat să micşorăm porozitatea prin polimerizarea bachelitei care intră în componenţa talerelor.

Ideia s-a constatat a fi bună, întrucît rezultatele obţinute şi arătate în tabela nr. 3, arată că polimerizarea talerelor fusese insuficientă şi numai printr-o încălzire timp de două ore la temperatura de 160°C, talerele şi-au micşorat considerabil higroscopicitatea, variaţiile de greutate putînd fi cuprinse în limitele tolerate.

Pe baza celor arătate, se poate trage următoarea concluzie:

Continuarea fabricării talerelor pentru balanţe din bachelită textilă, este jusificată din punct de vedere tehnico-economic cu condiţia respectării presiunii la fabricaţie de cel puţin 50 kgf/cm² urmată de polimerizarea pieselor finite prin încălzire la temperatura de 160°C timp de cel puţin 2 ore.

Cu această ocazie semnalăm rezultatul cercetărilor făcute în domeniul maselor plastice armate cu fibre sau ţesături de sticlă, într-un institut de cercetări din străinătate. Armîndu-se trei plăci de masă plastică, respectiv cu ţesături de oţel, aluminiu şi sticlă şi lăsîndu-se să cadă pe ele o bilă de oţel de 10 kg de la înălţimea de un metru, placa armată cu fibre de sticlă a rămas intactă în timp ce plăcile armate cu oţel şi aluminiu s-au deformat. Pentru acest considerent propunem să se încerce ca la fabricarea talerelor de bachelită să se utilizeze fibre de sticlă în locul fibrelor textile. Prin această utilizare se va obţine o mai bună rezistenţă mecanică, pe de altă parte o mai mică higroscopicitate, în compoziţia sticlei neintrînd nici o grupă higrofilă.

TABELA Nr. 2

Nr. curent	Greutatea iniţială după operaţia indicată	TALERUL C_2				TALERUL B_1		
		Greutatea g	Diferenţa g	Diferenţa %	dintre	Greutatea g	Diferenţa g	Diferenţa %
1	Greutatea iniţială	390,01				400,13		
			+1,04	0,24	2—1		+0,87	0,22
2	După ce a fost uns cu parafină + vasilină	391,05				401,00		
			+6,45	1,65	3—2		+4,70	1,17
3	După ce a stat în apă 24 ore	397,50				405,70		
			—1,95	0,49	4—3		—1,50	0,37
4	După ce a stat în aer la 15°C, 24 ore	395,55				404,20		
			—0,05	0,01	5—4		—0,03	0,00
5	Idem 48 ore	395,50				404,17		
			+4,45	1,14	5—1		+3,17	0,79

TABELA Nr. 3

Nr. curent	Greutatea iniţială după operaţia indicată	TALERUL C_1				TALERUL B_2		
		Greutatea g	Diferenţa g	Diferenţa %	dintre	Greutatea g	Diferenţa g	Diferenţa %
1	Greutatea iniţială	384,40				397,32		
			—15,40	4,01	2—1		—18,72	4,71
2	După ce a stat la 160°C, 2 ore	369,00				379,60		
			+16,00	4,33	3—2		+11,60	3,05
3	După ce a stat în apă 24 ore	385,00				391,20		
			— 4,00	1,03	4—3		— 2,40	0,61
4	După ce a stat în aer la 15°C, 24 ore	381,00				388,80		
			— 0,07	0,02	5—4		— 0,40	0,10
5	Idem 48 ore	380,93				388,40		
			— 3,47	0,90	1—5		— 8,92	2,24

PROBLEME ECONOMICO-ORGANIZATORICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Folosirea, controlul şi păstrarea aparatelor de măsurat în unităţile agricole

Ing. DUDIŞTEANU PETRE, Ing. KRAFT IOSIF

din Ministerul Agriculturii

В статье обсуждается вопрос применения, содержания и ухода за измерительными приборами в сельскохозяйственных предприятиях. Даются необходимые указания по этому вопросу метрологам работающим в сельскохозяйственном секторе.

★

L'article traite le problème de la conservation, de l'entretien et de l'utilisation des instruments de mesure dans les unités agricoles. On trouve aussi des indications quant aux charges qui reviennent aux métrologues des unités agricoles.

In lupta pentru ridicarea agriculturii noastre, un rol deosebit de important îl are funcţionarea în bune condiţii a întregului parc de tractoare şi maşini agricole. Acestea trebuie să fie folosite şi întreţinute astfel, încît să dea maximum de randament, cu un minim de reparaţii şi consum de combustibil. Pentru realizarea acestor deziderate, este imperios necesar ca la folosirea tractoarelor şi maşinilor agricole să se respecte cu rigurozitate prescripţiile tehnice respective, iar reparaţiile care se fac să fie de cea mai bună calitate.

Atît folosirea maşinilor agricole cît şi calitatea reparaţiilor la care sînt supuse sînt însă strîns legate de precizia aparatajului metrologic existent în unităţile M.A.S., în staţiunile de maşini şi tractoare şi în gospodăriile agricole de stat, deoarece tehnologia tip a reparaţiilor prin metoda pe ansamble şi regulile tehnice pentru efectuarea lucrărilor cu tractoarele, elaborate în ultimii ani, se bazează pe o anumită precizie de execuţie şi deci pe anumite măsurări. Pentru efectuarea acestor măsurări, nu este suficientă simpla cunoaştere a principiilor de funcţionare a unui dispozitiv sau aparat, ci trebuie să se cunoască clar scopul şi precizia cerută fiecărei măsurări, precum şi regulile păstrării şi folosirii aparatelor de măsurat respective. De aceea, scopul articolului de faţă este de a da unele indicaţii practice cu privire la folosirea, transportul, păstrarea şi verificarea aparatelor de măsurat existente în unităţile agricole, indicaţii care pot fi de mare folos personalului care mînuie aceste aparate şi responsabililor metrologi.

Folosirea aparatelor de măsurat. La primirea aparatului la magazie, el trebuie examinat cu atenţie şi, dacă se constată că are defecte, trebuie să se ceară înlocuirea lui. Înainte de a fi folosit, aparatul trebuie şters de unsoarea de protecţie, spălîndu-se — dacă este cazul — cu benzină; după ce s-a înlăturat unsoarea, aparatul se şterge bine cu o cîrpă uscată.

Aparatele de măsurat trebuie folosite în raport cu precizia cerută măsurării: nu se vor folosi micrometre, de pildă, acolo unde precizia cerută este de zecimi de milimetru, deoarece pentru astfel de măsurări este suficient şublerul.

Înainte de a efectua o măsurare cu şublerul, sau cu micrometrul de pildă, trebuie observat ca pe părţile piesei de măsurat pe care se aplică suprafeţele de măsurare să nu fie margini ascuţite sau bavuri, deoarece acestea uzează repede suprafeţele de măsurare şi degradează astfel aparatul. Indicativ, menţionăm că uzura maximă a suprafeţelor de măsurare se produce la controlul pieselor de fontă, este mai mică la măsurarea pieselor de oţel şi cea mai mică la măsurarea obiectelor de alamă şi bronz. Bine înţeles că uzura depinde şi de felul în care au fost prelucrate piesele care se măsoară. Astfel, uzura aparatelor de măsurat este mai mare cînd se măsoară piese şlefuite şi mai mică dacă piesele sînt prelucrate cu freza sau o sculă de tăiat, deoarece pe piesele şlefuite rămîne o cantitate de particule mărunte abrazive.

Dintre utilajul folosit la măsurarea lungimilor uzura maximă o au calibrele, în deosebi la o toleranţă mică a dimensiunii controlate, deoa-

rece jocul dintre piese şi calibru este foarte mic şi deci frecarea este mare.

Aparatele de măsurat nu trebuie puse pe masa de lucru murdară, alături de sculele de lăcătuşerie, de piese sau de fabricate. Cel mai indicat este de a le pune pe suporturi de lemn, iar după întrebuinţare să fie imediat strînse în toc, dacă aparatul se pretează. Dacă măsurările au fost

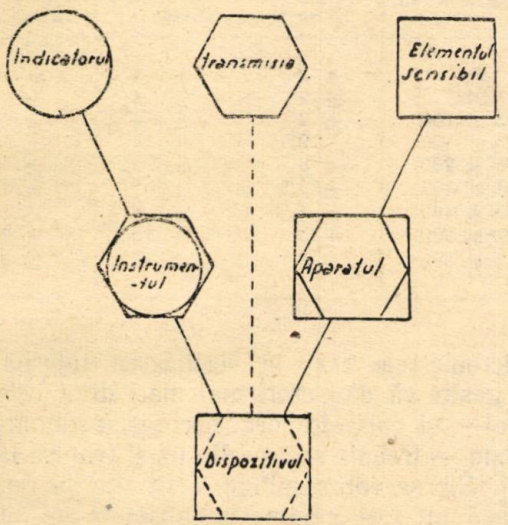


Fig. 1

efectuate în cîmp, trebuie negreşit ca după aceea aparatele să fie bine şterse de praf sau umezeală, deoarece praful în amestec cu unsoarea formează un mediu abraziv, iar umezeala provoacă coroziuni. Aparatele de măsurat care se încredinţează şefului brigăzii de tractoare, mecanicului de sector sau atelierului mobil trebuie înapoiate periodic magaziei unităţii respective, pentru a primi îngrijirea preventivă sau reparaţia necesară.

În ce priveşte aparatele de măsurat forţe sau mase, trebuie avut grijă ca ele să nu fie folosite pentru măsurarea unor mărimi care depăşesc limita de măsurare a aparatului respectiv şi nici să fie lăsate sub sarcină după efectuarea măsurării, deoarece acestea duce repede la degradarea lor.

O deosebită atenţie trebuie dată curăţirii părţilor de sticlă ale aparatelor de măsurat, deoarece murdăria poate împiedica citirea exactă a rezultatului măsurării. Dacă un areometru, de pildă, are tubul murdar sau unsuros, aceasta influenţează ridicarea normală a meniscului, ceea ce denaturează rezultatul măsurării.

Pentru a se prelungi cît mai mult durata de folosire a aparatelor de măsurat metalice, uzuale, ele trebuie curăţate şi unse cît mai des după cum sînt prescripţiunile. Spălarea se face cu benzină uşoară sau cu eter, iar pentru ungere se foloseşte vaselină, ulei de vaselină, unsoare de armament şi lanolină, toate acestea controlate prealabil, pentru a se asigura că sînt neutre şi lipsite de apă; în nici un caz nu este permisă spălarea cu sodil. După spălare şi ungere, este bine ca aparatele să fie învelite în hîrtie parafinată (bineînţeles numai cele care prin natura şi dimensiunile lor permit acest lucru, ca şublere, micrometre, rigle etc).

Transportul aparatelor de măsurat este recomandabil să se facă în lăzi sau în cutii de lemn impregnat, deoarece lemnul neimpregnat are o acţiune corozivă asupra metalului. Cel mai potrivit material pentru confecţionarea lăzilor de ambalaj este lemnul de tei, mesteacăn sau fag (umiditatea 12—14%). Compoziţia de impregnare trebuie să conţină 90% ulei de vaselină şi 10% parafină.

Păstrarea aparatelor de măsurat. Pentru aparatele de măsurat care se depozitează pentru un timp mai îndelungat — mai mult de o lună —, se iau măsuri speciale de conservare. Ele se curăţă cu o deosebită minuţiozitate, iar cele metalice care prin construcţia lor se pretează la acest tratament se cufundă pentru 3—5 minute într-o unsoare încălzită pînă la 70°—80°C, pentru a prinde pe ele un strat de unsoare de cel puţin 0,5 mm.

După ce au fost curăţate, şterse şi unse în felul în care se recomandă în instrucţiuni pentru fiecare aparat în parte, aparatele se aşază în încăperi special amenajate şi în dulapuri anume confecţionate. Dulapurile nu trebuie aşezate în apropierea sobelor, caloriferului sau pereţilor. Este recomandabil ca uşile lor să fie de sticlă, pentru a se putea observa zilnic comportarea aparatelor şi pentru ca acestea să poată fi găsite mai uşor. Pentru reducerea umidităţii, în dulapuri se aşază şi borcane cu clorură de calciu, care are proprietatea de a absorbi umiditatea din aer şi de a forma cu timpul în aceste borcane o soluţie; cînd soluţia umple borcanul, acesta se varsă şi se înlocuieşte cu clorură de calciu uscată.

Încăperile în care se păstrează aparatele de măsurat trebuie să fie uscate şi luminoase. Umiditatea aerului nu trebuie să depăşească 40—50%, iar temperatura trebuie menţinută între 18—25°C, fără variaţii bruşce.

Păstrarea în bune condiţii a aparatajului de măsurat are o mare importanţă pentru buna lui funcţionare şi durată de folosinţă. În această privinţă, un exemplu negativ îl constituie S.M.T. Vamoş, unde aparate de măsurat ca şublere şi balanţe au fost lăsate în ploaie sau umezeală, ceea ce a dus la degradarea lor. Asemenea cazuri s-au mai semnalat şi în alte unităţi agricole, de aceea este necesar ca responsabilii metrologi ai acestor unităţi să ducă o intensă muncă de lămurire, pentru a imprima celor ce folosesc aparatele de măsurat grija şi atenţia necesară.

Verificarea aparatajului de măsurat. Una dintre primele sarcini ale organelor metrologice de supraveghere internă, astfel cum este prevăzută de art. 11 al. c al Regulamentului privind organizarea supravegherii interne a măsurilor

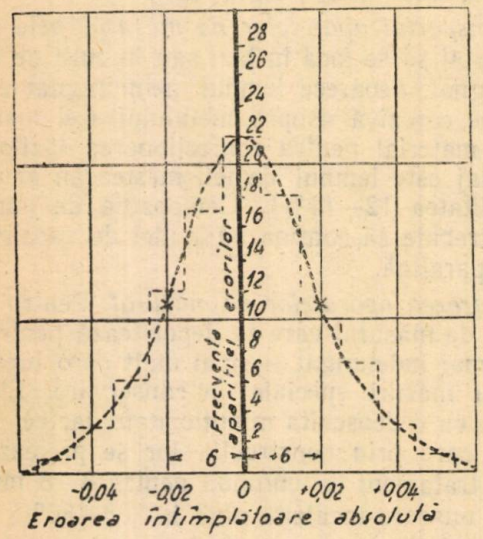


Fig. 2

și aparatelor de măsurat în întreprinderi, este de a executa controlul intern periodic, la termenele prevăzute în schemele de verificare și de a prezenta aparatele de măsurat la verificarea de stat la termenele fixate. Termenele la care trebuie executată verificarea internă se stabilesc pentru fiecare unitate în parte, în funcție de felul fiecărui aparat și de frecvența cu care este folosit în procesul de producție. În orice caz însă, termenele verificării interne trebuie să fie cu mult mai scurte decît ale verificării de stat. Astfel de pildă un șubler, al cărui termen de verificare de stat este de 2 ani, trebuie să fie verificat cel puțin odată la $^1/_2$ an în unitățile agricole, iar în unele ateliere chiar săptămînal. De asemenea, aparatele cu care se verifică diferitele aparate de măsurat sînt și ele în funcție de natura aparatului care se verifică și de profilul unității în care este folosit. De aceea, fiecare unitate trebuie să-și întocmească o anumită schemă de verificare, în care să se prevadă — pentru fiecare aparat în parte și în funcție de aparatajul metrologic de control pe care îl posedă unitatea respectivă — termenele la care și mijloacele cu care se efectuează verificarea internă. Nu este posibil să dăm în acest articol indicațiile necesare pentru toate domeniile de măsură, deoarece nu ne îngăduie spațiul. Acestea trebuie să facă obiectul unor norme interne pe care trebuie să le elaboreze ministerul, luînd și avizul Direcției Generale de Metrologie. Cu titlu exemplificativ, vom da însă cîteva indicații sumare în ce privește verificarea micrometrelor și a șublerelor.

a) Indicațiile micrometrului — distanța dintre suprafețele de măsurare — se verifică cu ajutorul calelor, iar planeitatea suprafețelor de măsurare — sau active — se verifică cu ajutorul sticlelor plan paralele. Erorile tolerate la micrometru, în funcție de clasa lui de precizie sînt următoarele:

Indicația în mm	Erorile tolerate în microni		
	Clasa 0	Clasa I	Clasa II
25	± 2	± 4	± 8
50	± 2	± 4	± 8
75 și 100	± 2	± 4	± 8
125 și 150	± 2,5	± 5	± 10
175 și 200	± 3	± 6	± 12
225 și 300	± 3,5	± 7	± 14
325 și 400	± 4	± 8	± 16
425 și 500	± 5	± 10	± 20
525 și 600	± 6	± 12	± 24

Micrometrele care la verificarea internă au fost găsite că dau erori mai mari decît cele tolerate — și cari sînt deci necorespunzătoare ca precizie — trebuie scoase din uz și trimise la reparat. Ele se vor respinge și trimite la reparat și dacă au fost găsite cu zgîrieturi pe suprafețele active, dacă jocul axului în stare de repaus depășește eroarea totală dată de micrometru sau dacă cursa șurubului micrometric nu este lină.

b) Șublerele se verifică cu ajutorul calelor. Se verifică mai întîi dacă limita vernierului coincide cu diviziunea O de pe tije, apoi se strînge cala sau blocul de cale între ciocuri și se verifică dacă indicațiile date corespund cu valoarea calelor, care ne este cunoscută. Erorile tolerate sînt următoarele:

Indicația în mm	Erorile tolerate în mm		
	Clasa 0,02	Clasa 0,05	Clasa 0,1
Pînă la 300	± 0,02	± 0,05	± 0,1
Peste 300 pînă la 500	± 0,03	± 0,05	± 0,1

Șublerele care au erori mai mari decît cele tolerate se scot din uz și se trimite la reparat. Se scot de asemenea din uz și se trimit la reparat și șublerele ale căror suprafețe active sînt dezaxate sau uzate, sau cele la care prima diviziune de pe vernier nu corespunde cu diviziunea zero pe scara tijei.

Verificarea de stat a aparatajului metrologic se face pe baza unui plan stabilit anual, pentru fiecare regiune, între responsabilul metrolog al Direcției regionale agricole și serviciul regional de verificări măsuri al regiunii respective. Responsabilul metrolog al fiecărei unități are sarcina de a prezenta aparatele la verificare la ter-

menele şi locul fixat prin planul primit de la Direcţia agricolă regională, iar cel al Direcţiei agricole regionale urmăreşte şi răspunde de executarea în bune condiţii a întregului plan de verificări de stat din regiunea respectivă.

Aparatele de măsurat care la verificarea de stat au fost găsite corespunzătoare se redau în exploatare. Cele care au fost respinse se trimit la reparat în termenul prevăzut în buletinul de verificare sau, dacă gradul de uzură este prea mare şi reparaţia nu mai este posibilă, se scot din inventar şi din uz.

Sumarele explicaţii cuprinse în articolul de faţă nu au avut de scop să lămurească problema supravegherii interne a aparatajului de măsurat din unităţile agricole; această problemă are aspecte multiple şi de mare diversitate, care nu se pot lămuri într-un spaţiu atît de restrîns. După cum am expus la început, scopul articolului a fost să se dea unele indicaţii şi să se atragă atenţia personalului tehnic şi în special responsabililor metrologi ai unităţilor agricole, asupra importanţei problemei metrologice în agricultură, mai ales la acest început de nou plan cincinal, care pune în faţa celor care activează în acest sector sarcini măreţe, de o deosebită importanţă în dezvoltarea viitoare a economiei naţionale.

INDRUMATOR LEGISLATIV

Cu privire la amendarea persoanelor juridice şi dreptul acestora de a imputa şi repartiza amenzile angajaţilor în raport cu culpa fiecăruia

Pentru a continua metoda întrebuinţată în interpretările pe care le publicăm în această rubrică, redăm în prealabil dispoziţiile legale în vigoare privind problema indicată în titlul de mai sus.

— Art. 18 din decretul 21—1954 (Bul. Of. nr. 6—1954).

— Art. 4 act normativ (H.C.M. nr. 903—1954, Colecţia H.C.M. 35-54).

— Art. 10 alin. ultim decret 184—1954 (Republicat B. Of. nr. 12—1955).

Art. 18. — „Amenzile aplicate instituţiilor, întreprinderilor, organizaţiilor economice de stat, organizaţiilor cooperatiste şi oricăror organizaţii cu caracter obştesc pentru săvîrşirea abaterilor prevăzute la art. 16 se vor imputa atît conducătorilor acestora, cît şi angajaţilor vinovaţi sau răspunzători de săvîrşirea abaterilor, în proporţie cu culpa fiecăruia.

Imputarea se face de către unitatea tutelară pe baza proceselor verbale de amendare rămase definitive în urma aprobării date de către Direcţia Generală de Metrologie".

Art. 4. — „Amenzile se aplică persoanelor fizice vinovate sau răspunzătoare de săvîrşirea contravenţiilor prevăzute de pct. 1, 2 şi 3.

Amenzile pot fi aplicate şi instituţiilor, întreprinderilor, organizaţiilor economice de stat, organizaţiilor cooperatiste şi oricăror altor unităţi cu caracter obştesc. iar acestea, prin dispoziţii interne, vor repartiza şi imputa amenzile angajaţilor vinovaţi sau răspunzători de săvîrşirea contravenţiilor în proporţie cu vinovăţia fiecăruia".

Art. 10 al. ultim. — „Sancţiunile pentru contravenţii se aplică persoanelor fizice vinovate de săvîrşirea contravenţiilor, iar în cazurile anume prevăzute de lege sau alt act normativ se aplică unităţilor şi organizaţiilor obşteşti".

In acţiunea exercitată de către organele Direcţiei Generale de Metrologie pentru sancţionarea acelora care se abat de la dispoziţiile şi sarcinile prevăzute de legislaţia metrologică, textele în vigoare prevăd că se pot amenda, fie persoanele fizice (cele care au folosinţa drepturilor civile), fie persoanele juridice (unităţi sau organizaţii obşteşti).

Amenzile administrative sau penale se aplică persoanelor fizice, deoarece caracterul amenzilor aplicate ca urmare a săvîrşirii unei contravenţii sau infracţiuni este personal, putînd numai astfel contribui la realizarea scopului lor educativ.

Deşi obligaţiile respectării legislaţiei metrologice — în ce priveşte sectorul de stat — revin unităţilor posesoare de aparataj metrologic (de exemplu art. 11 şi 12 din decretul 21—1954), totuşi, pe considerentul arătat mai sus, amendarea trebuie s-o suporte unitatea prin persoanele răspunzătoare de săvîrşirea abaterii.

O amendă achitată de către o unitate din bugetul său, pe lîngă ilegalitatea acestei plăţi din punct de vedere financiar, deoarece nu există fond pentru plata amenzilor, contribuie şi la eliminarea rolului educativ al amenzilor, la încurajarea adevăraţilor vinovaţi de a continua călcarea legilor.

Totuşi, sînt cazuri cînd se amendează unităţile din sectorul de stat fără a se indica numele vinovaţilor. Aceasta se întîmplă cînd organele de constatare nu cunosc numele celor vinovaţi, nu au posibilitatea să afle cine este persoana fizică vinovată sau li se refuză indicarea acestora.

In această situaţie, dispoziţiile legale dau dreptul unităţilor amendate (sau forurilor lor tutelare) de a imputa şi repartiza amenda angajaţilor vinovaţi, chiar dacă aceştia sînt conducătorii unităţii.

Precizăm că această dispoziţie are la bază principiul caracterului personal al amenzilor, care nu pot fi plătite de o unitate, decît cu obligaţia pentru aceasta de a le recupera din contul celor vinovaţi.

Ca încheiere arătăm că, în mai multe rînduri unele unităţi au preluat asupra lor amenzile aplicate salariaţilor vinovaţi de nerespectarea legilor sau i-au acoperit prin diferite metode.

Poziţia pe care se situează cei în cauză în asemenea cazuri nu este justă şi nici sănătoasă, iar nerespectarea dispoziţiilor privind aparatajul metrologic influenţează direct economia producţiei.

Cromarea dură, mijloc de recondiționare a aparatelor de măsurat

Chimist dipl. DOCZY GH.

Даются указания по применению твёрдого хромирования измерительных приборов при их восстановлении. Учавствуются необходимые мероприятия и технология качественного хромирования приборов.

★

L'auteur présente les diverses possibilité d'utiliser le chromage dur pour le reconditionnement des instruments employés dans le domaine des longueurs. Il indique aussi les données technologiques et les mesures de précaution qu'on doit prendre pour eviter toute défection pouvant survenir.

Aplicarea pe scară industrială a cromării dure nu are o vechime mai mare de treizeci ani; de atunci încoace ea a devenit un domeniu mult studiat de numeroase colective de specialiști și cercetători. Interesul deosebit acordat acestei probleme se datorește faptului că, cromarea electrolitică poate servi atît pentru scopuri decorative sau protecție anticorosivă, cît și pentru mărirea rezistenței la uzură sau complectarea dimensiunilor.

Această din urmă posibilitate de aplicare a cromajului este mult apreciată și are, în afară de acoperirile decorative, cea mai frecventă utilizare. Explicația acestei largi utilizări o constituie faptul că utilizarea acestei metode permite salvarea a numeroase piese de la degradare. Printre piesele cari se rebutează prin pierdere de dimensiune, se numără foarte multe instrumente de măsurat (calibre, șublere etc.) care în timpul folosirii s-au uzat și nu mai asigură o măsurare precisă. Restabilirea dimensiunii acestor instrumente prezintă o mare importanță, dacă ne gîndim pe de-o parte la rebuturile care se pot provoca din cauza folosirii instrumentelor neprecise, iar pe de altă parte la economia de timp și de material rezultată din restabilirea dimensiunii instrumentelor uzate, în locul refabricării lor.

Toate aceste considerații ne-au dat ideea introducerii metodei cromării dure la uzinele „Înfrățirea" Oradea. Aplicarea acestei metode în întreprinderea noastră se justifică atît prin numărul mare al reparațiilor interne pe care le avem de executat, cît mai ales prin crearea în uzina noastră a unui Centru Metrologic cu atelier de reparații.

În lucrarea de față sînt expuse realizările dobîndite și metodele de lucru aplicate precum și problemele întîlnite în practica cromării dure a aparatelor de măsurat, cu scopul de a contribui la desvoltarea și răspîndirea largă a procedeului de cromare dură, în recondiționarea acestor aparate.

Proprietățile fizico-chimice și mecanice a cromului electrolitic

Cromul are următoarele proprietăți fizice:

Proprietățile fizice ale cromului

Tabela 1

Greutate atomică	52,01
Greutate specifică	6,4—8,1
Temperatura de topire, °C	1513—1830
Căldură spefifică la 0°, în cal/°C	0,1039
Conductibilitate termică la 20°C, în cal/cm²s°C	0,165
Coeficient de dilatare liniară la 200—400°	$8{,}4.10^{-6}$
Rezistență specifică în ohm cm	$3{,}85.10^{-6}$
Echivalent electrochimic	0,323
Duritatea cromului (obținut prin reducerea compușilor chimici)	$H_B = 150$
Duritatea cromului electrolitic:	
— după scara Moos	9,0
— după scara Vickers	850—1200
— după scara Martens	65—100

Duritatea ridicată a cromului electrolitic se explică, după cercetările roentgenografice, prin

deformarea rețelei, provocată de tensiunile interne și de procesul de hidratare.

În funcție de condițiile de depunere, cromul electrolitic poate avea trei forme: crom lucios, cenușiu și crom lăptos. Dintre acestea, numai cromul lucios este apt pentru recondiționări. Condițiile pentru obținerea lui sînt date în figura 1.

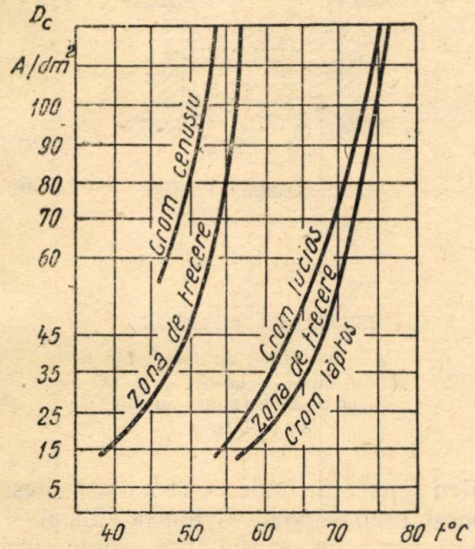


Fig.1. Diagrama D_c — t° valabilă pentru baia diluată (150 g/l CrO_3)

În afară de duritate, coeficientul de frecare al cromului pe crom, în comparație cu toate celelalte metale întrebuințate în mod uzual în tehnică, este cel mai scăzut. Totuși frecarea cromului pe crom nu se admite, deoarece suprafețele cromate rețin nesatisfăcător lubrefianții. Acest neajuns se poate elimina prin folosirea cromului poros.

Grosimea stratului aplicat în timpul cromării dure este de 0,2—0,3 mm după necesitate, fapt care hotărăște asupra tehnologiei ce trebuie aplicată. Acest lucru trebuie cunoscut și reținut, fiindcă rezultatele nesatisfăcătoare obținute uneori se datoresc faptului că majoritatea electrochimiștilor caută să rezolve problemele cromării dure plecînd de la tehnologia valabilă pentru depuneri anticorosive-decorative, care duce în mod inevitabil la rezultate negative.

Acțiunea creșterii temperaturii asupra durității cromului este negativă. Duritatea critică a depunerilor de crom este între 450—500°C.

Oxidarea cromului începe la 500°C dar pînă la 700°C încă nu apare nici o pojghiță detașabilă de oxizi.

Cromul are o conductibilitate termică bună, apropiată de conductibilitatea termică a cuprului. Are o tenacitate satisfăcătoare, avînd un modul de elasticitate $E=2{,}0.10^4$ kg/mm².

În timpul cromării, hidrogenul se degajă în cantități foarte mari și este imposibil să nu ținem seama de influența lui. Hidrogenul atomic, care se degajă la catod, difuzează ușor prin rețeaua cristalină a stratului de crom și a metalului de bază, saturîndu-le. Acest fapt este dăunător proprietăților mecanice ale piesei. De aceea pentru reconstituirea proprietăților, piesele cromate se supun unui tratament termic la 180°—200°C, timp de trei ore, pentru eliminarea hidrogenului.

Depunerea electrolitică a cromului.

Fenomenele chimice decurg, în timpul electrolizei, după schema următoare:

— *la catod:*

a) $H2CrO_4 + \bar{e}\,6H^+ + 6\,\bar{e} = Cr + 4\,H_2O$

b) $2H^+ + 2\,\bar{e} = H_2$

c) $H_2\,CrO_4 + 6H^+ + 3\,\bar{e} = Cr^{+++} + 4\,H_2O$

— *la anod:*

a) $4\,OH - 4e = O_2 + 2H_2O$

b) $Cr^{+++} + 4H_2O - 3e = H_2\,CrO_4 + 6H^+$

Din cele arătate mai sus reiese că la catod se produc trei fenomene. Dintre acestea fenomenul principal nu este depunerea cromului, ci degajarea hidrogenului. Aceasta explică folosirea la cromare a densităților catodice mari, cari ating 80—100 A/dm², fiindcă numai o parte a curentului se folosește pentru depunerea cromului, care este în medie de cca 13%. Restul se consumă în reacții secundare. Viteza de depunere a cromului este dată în tabela 2.

Durata în minute, pentru obținerea unei anumite grosimi a stratului de crom, la diferite densități de curent

Tabela 2

Grosimea stratului în mm	Durata dacă D_c=în A/dm²				Grosimea stratului în mm	Durata dacă D_c=în A/dm²			
	40	50	80	100		40	50	80	100
0,01	19,5	15,5	9,75	7,75	0,1	195	155	97,50	77,50
0,02	39,0	31,0	19,50	15,50	0,2	390	310	195,0	155,0
0,03	58,5	46,5	29,25	23,25	0,3	585	465	292,5	232,5
0,04	78,0	62,0	39,00	31,00	0,4	780	620	390,0	310,0
0,05	97,5	77,5	48,75	38,75	0,5	975	775	487,5	387,5
0,06	117,0	93,0	58,50	46,50	0,6	1170	930	585,0	465,0
0,07	136,5	108,5	68,25	54,25	0,7	1365	1085	682,0	542,5
0,08	156,0	124,0	78,00	62,00	0,8	1560	1240	780,0	620,0
0,09	175,5	139,5	87,75	69,75	0,9	1775	1395	877,5	697,5
					1,0	1950	1550	975,0	775,0

Posibilitatea reducerii şi reoxidării cromului hexavalent în trivalent şi invers, dă o însemnătate raportului suprafeţelor anod-catodice, cari trebuie să fie de 1:1 sau 2:1. Atunci cînd catodul este mai mare, CrO_3 se reduce în crom trivalent, a cărui creştere peste 10 g/l este dăunătoare calităţii depunerilor. Aceeaşi influenţă o au de asemenea Cu şi Fe dizolvat în electrolit.

La funcţionarea băii de cromare, pe lîngă acid cromic, este necesară prezenţa unui acid străin, în cel mai frecvent caz acidul sulfuric 1% calculat la trioxidul de crom. În afară de acidul sulfuric, se aminteşte în literatură şi folosirea acidului fenosilicic sau a acidului florhidric, ca acizi străini. Folosirea lor măreşte randamentul de curent pînă la 25—28% (baia lucrează mai rapid), dar o distrugere rapidă a electrozilor de plumb şi greutăţi la controlul băii împiedică răspîndirea utilizării acestor acizi

Compoziţia băii şi condiţiile de lucru, folosite de noi sînt date în tabela 3.

Regimul de funcţionare şi condiţiile de lucru folosite

Tabela 3

Compoziţia şi regimul de funcţionare	Baia diluată	Baia universală
Anhidridă cromică (CrO_3), 9/2	150—200	200—250
Acid sulfuric (H_2SO_4), 9/2	1,5—2,0	2,0—2,5
Temperatura °C	52± 6	48± 3
Densitate de curent D_c A/dm² fără agitare	25—35	25—35
Randamentul de curent în metal, %	13± 3	13± 3

Dintre particularităţile amintite ale procesului, una dintre cele mai importante este capacitatea de dispersare foarte redusă a electrolitului. Din această cauză trebuie să folosim în timpul lucrului anumite dispozitive de suspendare şi anozi profilaţi, cari crează o distribuire uniformă a curentului pe suprafaţa piesei.

Problema o vom înţelege mai bine dacă privim figura 2, care reprezintă repartizarea curentului pe o suprafaţă neecranată şi ecranată plană.

Pe părţile ascuţite, la margini, se formează o depunere neuniformă, rigidă cu apariţia unor excrescenţe, datorită densităţii curentului pe aceste locuri. Fenomenul se numeşte efect marginal. Eliminarea acestui fenomen se poate asigura numai prin folosirea dispozitivelor de suspendare, unde prin ecranarea piesei cu materiale izolatoare şi prin aşezarea anozilor la distanţe egale de la suprafaţa piesei, vom obţine o densitate de curent uniformă pe piesa de cromat, ceea ce asigură şi o depunere uniformă a cromului. Aceste dispozitive se construiesc pentru fiecare piesă de cromat, după indicaţiile tehnologului conducător de secţie. Numărul acestor dispozitive nu este mare, în cazul cînd se cromează piese în serie, dar la croma-

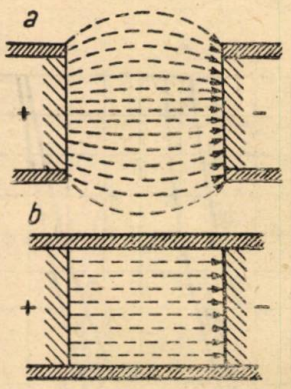


Fig.2. *a*) Mersul liniilor de forţă la o piesă neecranată, *b*) la aceeaşi piesă ecranată cu plăci de izolator.

rea pentru reparaţii, unde se cromează piese variate, acest număr poate fi foarte ridicat.

La descrierea procesului tehnologic, urmărit de noi, vom arăta cîteva dintre aceste dispozitive, pe care le folosim cu succes la recondiţionarea instrumentelor de măsurat.

Procesul tehnologic.

Procesul de cromare se execută într-o baie diluată (CrO_3—150 g/l şi H_2SO_4, 0,25—1,5 g/litru). Această baie este cea mai economică în ceea ce priveşte consumul de CrO_3. Are o capacitate de dispersare mai mare decît băile mai concentrate şi un randament de curent mai ridicat. Ea necesită o tensiune ceva mai mare, 6—8 V.

De regulă, piesele au o suprafaţă curată, şlefuită şi astfel succesiunea operaţiilor este următoarea :

— a) *Izolarea* cu lac a locurilor care nu vor fi cromate. Pentru izolare se foloseşte nitrolacul, îngroşat cu talc şi bucăţi de filme dizolvate în acetonă. Folosirea polistirenului ca izolator nu a dat rezultate bune. Pe părţile izolate ascutite, curentul pătrunde prin nitrolac, dînd naştere la pierderi de curent. Pentru evitarea acestor pierderi folosim bandă albă izolatoare care se înfăşoară pe piesă şi se lăcueşte din nou.

— b) *Curăţirea uşoară* a suprafeţelor ce vor fi cromate, cu hîrtie abrazivă fină.

— c) *Degresarea electrolitică,* în baie alcalină rece, urmată de o spălare în apă curgătoare rece.

— d) *Montarea în dispozitiv.*

— e) *Decaparea anodică,* într-un vas separat, care conţine 150 kg/l CrO_3, 2—3 kg/l. H_2SO_4

(deobicei o baie stricată de cromare, prin acumularea fierului). Densitate de curent 15—20 A/dm² la temperatura camerei, durată 1—2 minute, după care, fără spălare, se introduce în baia de cromare.

— f) *Cromarea,* la densitatea de curent prescrisă şi temperatura şi timpul stabilit după tabel.

— g) *Spălare în apă curgătoare rece.*

— h) *Demontarea din dispozitiv,* şi îndepărtarea izolaţiei. Această operaţie se face în apă fierbinte, unde nitrolacul se cojeşte de pe piesă, iar părţile mai greu de curăţit se spală cu acetonă.

— i) *Controlul suprafeţei şi rectificarea prin şlefuire,* care se poate completa cu o finisare.

Îndepărtarea depunerilor nereuşite se poate face în acid clorhidric diluat 1:1 la 40—50°C, pînă la terminarea reacţiei violente de dizolvare a cromului. Dar mult mai bună este metoda dizolvării anodice, într-o soluţie de 200 g/l NaOH la rece. Piesa se cuplează la anod, catozii sînt din nichel sau oţel nichelat. Această din urmă metodă evită posibilitatea saturării metalului de bază cu hidrogen, cum se întîmplă la dizolvarea în acid clorhidric.

Un ajutor preţios, la confecţionarea anozilor profilaţi, este o baie de plumbuire. Anozii se execută din fier sau cupru, care se acoperă cu un strat de plumb. Noi folosim baia de plumbuire pe bază de acid fluoboric. Anodul astfel preparat conduce mai bine electricitatea, are o rezistenţă mecanică mai bună şi dă posibilitate unei economisiri a plumbului.

Exemple de instrumente de măsurat cromate.

Dintre aceste instrumente, cele mai frecvente sînt acelea cari sînt permanent utilizate. Astfel se pot cita tampoane pline netede, tampoane

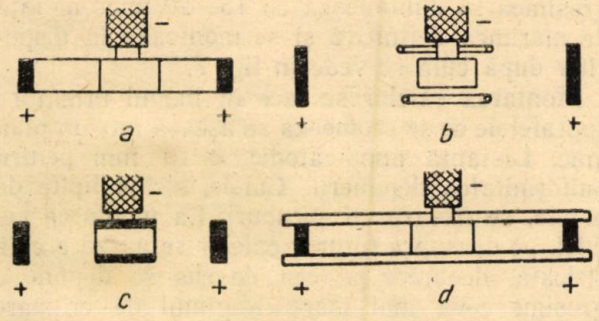


Fig. 3. Dezvoltarea metodei de suspendare a calibrului tampon neted. (d reprezentat schematic pe fig. 4) Părţile înegrite înseamnă plumb, iar cele haşurate înseamnă izolat cu nitrolac

goale netede, calibre potcoavă şi inelare. Tot astfel pot fi recondiţionate prin cromare calele etalonate. O grupă importantă o formează cromarea şublerelor.

În cazul *calibrelor pline netede,* folosim o baie diluată (150 gr/l CrO_3) la 55° cu 60 A/dm². Cromarea se petrece în dispozitiv de suspendare, cromînd împreună numai calibre cu grosimi apropiate. Lucrăm cu o baie de capacitate mică, cca 60—70 l, ca să economisim energia folosită la încălzirea băii. Suspendarea piesei în dispozitiv a trecut prin mai multe forme care sînt redate în fig. 3.

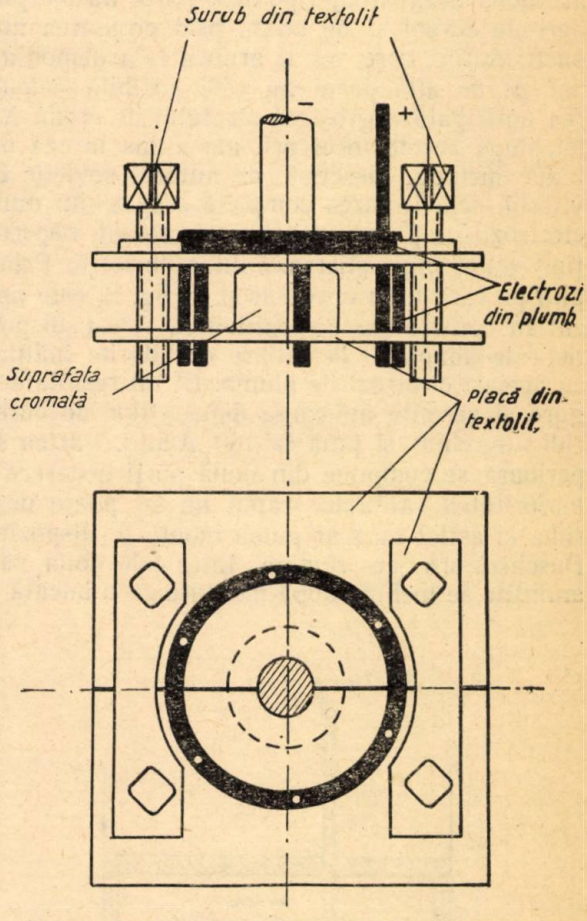


Fig. 4. *a*) Dispozitivul de suspendare a calibrelor tampon netede.

După cum se vede, această metodă a suferit multe modificări şi numai după aceasta am găsit o metodă sigură, folosită şi azi. Dispozitivul este reprezentat în fig. 4.

Din exemplul dat se pot trage concluzii preţioase. Metoda însemnată cu (a) a fost cea mai primitivă. S-au folosit anozi inelari, turnaţi şi strungiţi la mărimea calibrelor. Dar nici pentru aplicarea la piese variate, nici pentru depuneri mai groase de 0,05 mm. nu a fost aptă. Figura (b) arată încercarea izolării piesei prin ecrane conducătoare inelare, executate din sîrmă de cupru, ca o urmare a influenţei şcolii lui Bilfingher. Am constatat însă următorul desavantaj: grosimea stratului depus nu se poate calcula dinainte. Inelul din sîrmă de cupru se îngroaşă mai bine decît piesa, datorită poziţiei sale şi a conductibilităţii mai bune a cuprului. Fixarea greoaie a inelelor ecran, în poziţia necesară, şi

deplasarea lor în timpul cromării de la locul stabilit, ne-a silit să abondonăm această metodă.

În (c) arătăm înlăturarea efectului marginal, prin folosirea ecranelor conducătoare cu prelungirea suprafeţei, cu suprafeţe metalice false, care după cromare vor fi demontate de pe piesă. Metoda dă rezultate satisfăcătoare, însă are două dezavantaje: pe de o parte au loc pierderi de curent şi de crom, prin cromarea unor părţi inutile, care vor fi aruncate la demontare, iar pe de altă parte nu este posibilă calcularea anticipată a grosimii stratului de crom. Astfel, după aceste încercări, am ajuns la cea mai bună metodă, descrisă de autorul sovietic Levitschi, prin izolarea completă a spaţiului dintre electrozii de plumb şi piesa de cromat, nepermiţînd astfel împrăştierea liniilor de forţă. Principiul pe care l-am observat şi în fig. 2, este aplicat în construcţia dispozitivului. Acest dispozitiv este adaptabil la calibre de diferite înălţimi, cu aceiaşi electrozi de plumb. El dă rezultate sigure şi permite aplicarea densităţilor de curent ridicate, chiar şi pînă la 100 A/dm². Partea superioară se compune din două părţi deoarece la majoritatea calibrelor capul nu se poate deşuruba şi astfel nu s-ar putea monta în dispozitiv. Deschizătura ce rămîne între cele două părţi amintite se închide după montare cu o bucată de

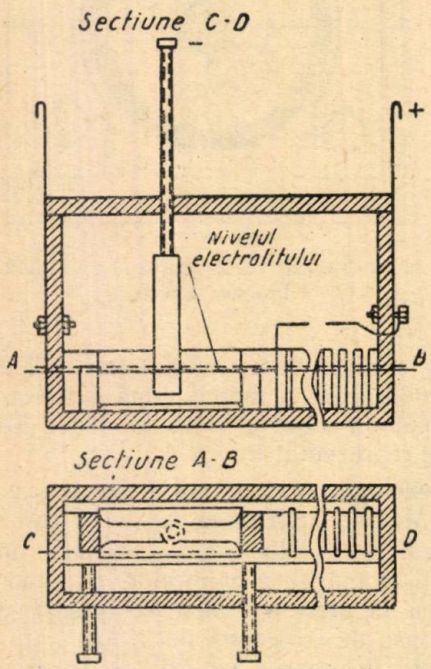


Fig. 5. Dispozitiv de suspendare pentru tampoane goale.

film, închizînd astfel spaţiul unde ar putea acţiona electrozii asupra calibrelor, dînd naştere la efectul marginal.

Dispozitivul este construit din plăci de textolit. Şuruburile sînt fie din textolit, fie din oţel plumbuit. Textolitul este un material rezistent la acţiunea băii. Ebonita, încercată pentru aceste construcţii, nu a dat rezultate bune. Celuloidul numai în grosimi mari rezistă bine, plăcile subţiri deformîndu-se sub acţiunea căldurii. Toate celelalte instrumente se cromează în dispozitive construite pe baza principiilor mai sus expuse.

Astfel, cromarea tamponului gol se execută în dispozitivul de cromare, prezentat în fig. 5. Tot acest dispozitiv îl folosim şi pentru cromarea calibrelor potcoave şi a calelor. Aşezarea unui calibru potcoavă este arătată în fig. 6.

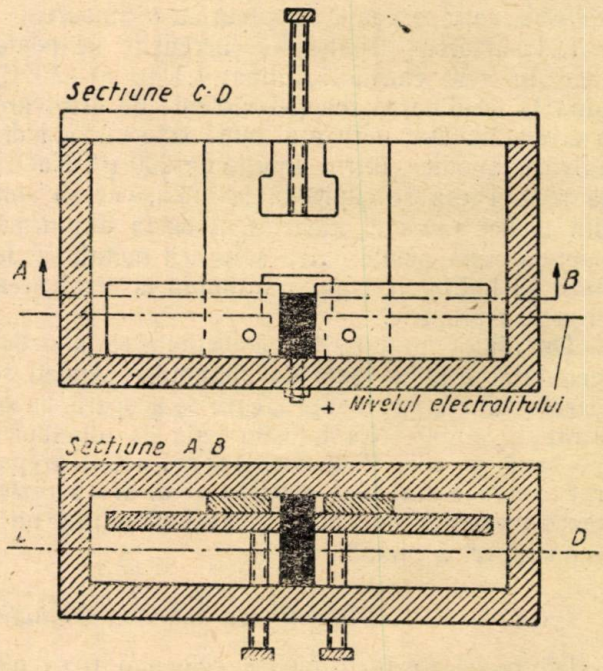


Fig. 6. Dispozitiv pentru calibre H.

În cazul calelor care sînt supuse cromării, grosimea se diminuează cu 15—20 microni faţă de mărimea definitivă şi se montează în dispozitiv după cum se vede în fig. 7.

Montarea calelor se face în modul următor: suprafeţele ce se cromează se aşează într-un plan unic. Distanţa anod-catodică = 10 mm pentru uniformitatea depunerii. Calele, strîns lipite de perete, se fixează cu şuruburi. La montarea celulei, pe deasupra tuturor calelor se aşază o cală stricată, deoarece pe cea de sus se depune o grosime ceva mai mare. Regimul de cromare este de 45 A/dm² şi temperatura 60°C.

Cromarea şublerelor menţionată şi mai înainte, prezintă o problemă deosebit de grea. Problemele de rezolvat sînt următoarele: suprafeţele ce se cromează sînt suprafeţe foarte mici iar forma complicată a părţilor ce nu vor fi cromate, dă naştere la greutăţi în timpul montării şi suspendării lor. Suspendarea trebuie făcută cu atenţie, mai ales în cazul cromării suprafeţelor exterioare de măsurare. În acest caz, gazul degajat de piesă se acumulează la locul indicat pe fig. 8.

şi produce rebuturi prin neuniformitatea suprafeţei.

Suprafeţele interioare de măsurare se cromează între două plăci de textolit fixate cu şuruburi, iar capătul de sus al suprafeţei de măsurare este prelungit cu o placă mică de plumb. Pe această

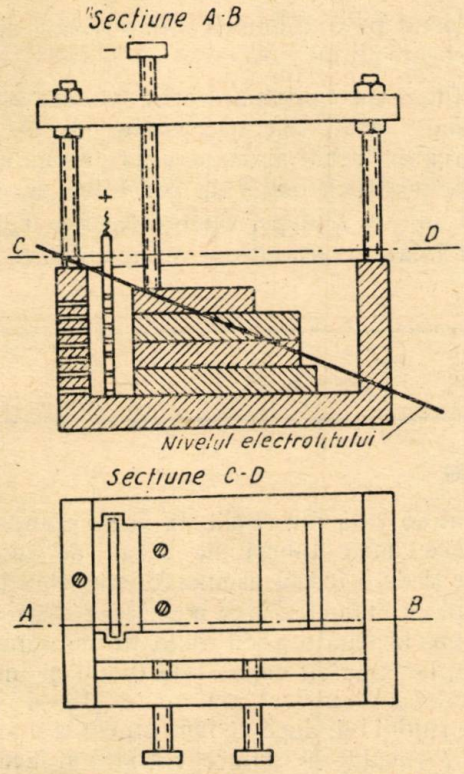


Fig. 7. Celula pentru cromarea calelor plan paralele

placă se formează efectul marginal, dar acesta în timpul demontării se aruncă. Şi în acest caz trebuie dată o atenţie deosebită la circulaţia ga-

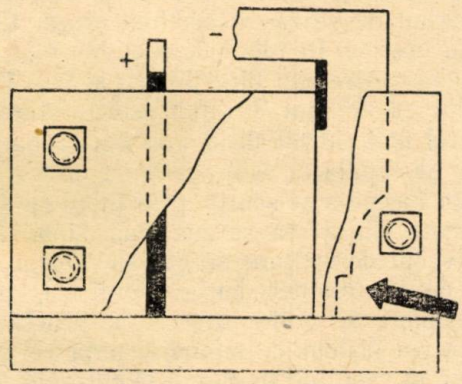


Fig. 8. Sublerele montate în dispozitiv de suspendare. Săgeata arată loeul de acumulare a gazelor de acumulare

zelor şi a electrolitului. Din acest motiv se foloseşte ca anod o placă de plumb găurită.

Izolarea părţilor ce nu vor fi cromate trebuie executată cu o grosime de lac corespunzătoare, care să reziste la acţiunea corosivă a hidrogenului degajat în timpul lucrului. În cel mai bun caz şi aici se recomandă înfăşurarea cu bandă izolatoare de bumbac.

Şublerul pregătit pentru cromare, pe suprafaţa interioară, este arătat în fig. 8. Suprafeţele exterioare de măsurare se cromează prin mărirea suprafeţei cu o placă de fier, folosită ca ecran, care la sfîrşitul cromării se aruncă. Forma aceasta de suspendare este redată în desenul 9.

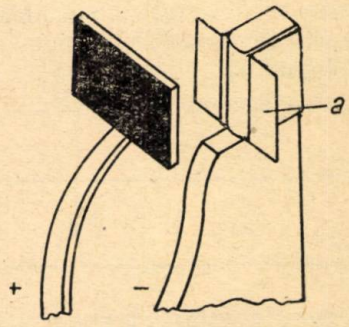


Fig. 9. Cromarea suprafeţelor exterioare de măsurare a şublerelor. a. o placă de fier.

În acest caz, timpul cromării se lungeşte, pentru evitarea cromării la o dimensiune mai mică decît valoarea prescrisă. Rareori se cromează şi ciocul uzat al şublerelor care, pentru mărirea suprafeţei de cromat, este prins între două plăci subţiri de plumb. În acest caz principiul urmărit este asemănător celui din cazul precedent.

Înainte de a trece la concluzii, amintim despre controlarea băii şi a calităţii cromului depus, precum şi despre cauzele cele mai frecvente de rebuturi.

Baia în timpul lucrului, se evaporă. Ca urmare, în fiecare zi apa evaporată trebuie completată. Odată pe săptămînă se analizează conţinutul băii, determinînd acidul cromic, cromul trivalent, acidul sulfuric şi ferul. După datele analizei, se fac corectările necesare. Menţionăm că fierul nu se poate îndepărta din baie. Din această cauză băile în care s-a acumulat fier, trebuie scoase din uz. Prezenţa fierului peste 15 g/l este dăunătoare şi ea se poate oglindi în mod negativ asupra depunerilor, cari sînt cenuşii, acoperite cu puncte, adeseori cu pete de culoare violetă-cafenie. Cromul depus se măsoară cu micrometrul. Din rezultatul măsurării se poate calcula densitatea catodică reală. Duritatea cromului se poate măsura numai cu aparate pentru determinarea microdurităţii, deoarece, în cazul folosirii aparatelor Vickers cu sarcina 5 kg, este necesară o grosime de 0,2 mm astfel ca rezultatul să nu fie influenţat de metalul de bază.

Rebuturile cele mai frecvente sînt: exfolierea cromului, care se datoreşte unei suprafeţe rău degresate, sau saturată cu hidrogen în timpul decapării, sau prezenţa cromului şi manganului în

metalul de bază. Lupta împotriva exfolierii se poate face prin degresare mai atentă, o decapare în acid clorhidric, în cazul oţelurilor aliate.

Depunerea cromului pe margini, sub forma unor excrescenţe, sau efectul marginal, se datoreşte unei ecranări nereuşite. În locurile adîncite, cromul nu se depune, cînd densitatea de curent la locurile adîncite nu este suficientă. În acest caz se aplică, la pornire, o densitate catodică de două ori mai mare. La suprafaţa cromului dacă se formează ridicături, cari lasă după desprindere pete mici, lucioase, cu adînciturі, acest fenomen se datoreşte impurificării electrolitului cu particule coloidale, cari provin din disolvarea celuloidului. Remedierea se poate face prin excluderea acestei posibilităţi.

Pe baza experienţei noastre putem trage următoarele concluzii:

1. Cromarea, ca mijloc de recondiţionare şi de mărire a rezistenţei la uzură a instrumentelor de măsurat, poate şi trebuie să devie o operaţie tehnologică obligatorie.

2. Costul recondiţionării este o treime din preţul instrumentului nou.

3. Piesa recondiţionată prin cromare este mai rezistentă decît cele necromate noi. De aceea cromarea ar trebui aplicată şi la piesele nou fabricate, pentrucă astfel se pot folosi în loc de oţeluri aliate, scumpe, oţeluri carbon ieftine şi se pot înlătura procedeele termo-chimice.

I N O V A Ţ I I

Dispozitiv de spălare a sticlăriei gradate

In general, procedeele chimice de spălare a sticlăriei de laborator pot fi dăunătoare sănătăţii, dacă nu se execută în condiţii corespunzătoare. Pentru a se înlătura în cît mai mare măsură această acţiune dăunătoare, tov. Ing. I. Angelescu din Institutul metrologic a inovat un dispozitiv

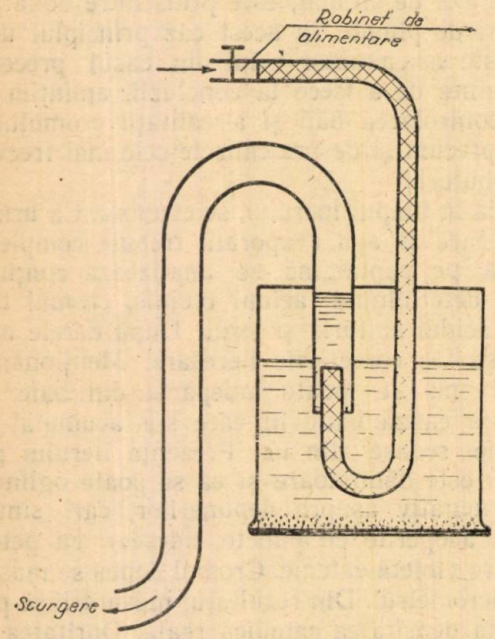


Fig. 1

în care spălarea se face singură, fără prezenţa laboranţilor. Dispozitivul constă într-un cilindru de sticlă, un alt vas de spălare, de dimensiuni alese convenabil, pe fundul căruia se aşază un strat de vată din sticlă. In acest cilindru sînt introduse două tuburi de sticlă de diametre diferite şi de o formă asemănătoare celei din fig. 1. Tubul cu diametrul mai mic (7—8 mm) are un capăt pus în legătură cu robinetul de alimentare cu apă, iar celălalt capăt este îndoit şi introdus în tubul cu diametrul mai mare (13—15 mm), care la rîndul lui, după ce face un cot la marginea de sus a vasului de spălare, coboară şi face legătura cu scurgerea.

Pentru a fi verificate, măsurile şi aparatele de sticlă de laborator trebuie în prealabil spălate într-un amestec sulfocromic, în care scop se lasă 24 ore în acest amestec. (acoperite convenabil). Se introduc apoi vertical, pentru clătire, în vasul de spălare descris mai sus. Se deschide robinetul de alimentare şi vasul de spălare se umple cu apă, prin tubul de sticlă cu secţiune mică. Curentul de apă creează în tubul de secţiune mai mare o denivelare între apa din cilindru şi tub. Datorită faptului că lichidul din tub este întotdeauna la un nivel mai ridicat decît apa din cilindru, cind vasul de spălare este aproape plin cu apă, aceasta începe a se scurge prin tubul cu secţiune mai mare. Curgerea se continuă singură, pînă cînd vasul de spălare se goleşte. Deoarece însă apa de la robinet curge continuu, procesul de umplere şi golire descris se repetă singur prin acest sistem de sifonare, pînă ce sticlăria depusă în vasul de spălare este curăţată de acizi, iar apa este perfect limpede.

Acest sistem de spălare se întrebuinţează cu succes în laboratoarele DGM, în special la spălarea biuretelor, a pipetelor, microbiuretelor, şi micropipetelor.

F 2434

Institut. de Docs. Ştiinţare Tehnică
BUCUREŞTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECŢIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIŞTRI

VIII M

2

Februarie 1956

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИЙ

Проф. *Р. Григорович:* Измерение окрасок . . . 3

Ал. Беринде: Дозиметрия лучей X и γ 10

Инж. *Л. Шапиро:* Чувствительность измерительных аппаратов 16

Инж. *К. Кациеро,* металлург. комбинат „Г. Георгиу-Деж"—Хунедоара: Измерение температуры свода мартеновских печей 20

Инж. *А. Мога:* Характеристика стекол для очков и методы определения этой характеристики . . 25

Инж. *Р. Моцой:* Проверка шероховатости обработанных поверхностей при помощи сравнительного микроскопа 33

Стр.

Инж. *В. Бонка:* Лучшие сроки проверки электрических счетчиков 36

ПРОВЕРКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА И АППАРАТОВ

Е. Дорфман: Модель переносного газометра для проверки электрических аппаратов по анализу газов, для проверки экспериментальных газовых счетчиков и реометров 39

ИЗ ОПЫТА СССР

К. А. Другов и *А. М. Илюкович:* Новые ориентации при постройке индуктивных электрических счетчиков 44

СПРАВОЧНИК О ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ И СВЕДЕНИЯ

SOMMAIRE

Pag.

PROBLÈMES TECHNIQUES DE LA MÉTROLOGIE APPLIQUÉE

Prof. R. GRIGOROVICI: La mesure des couleurs 3

AL. BERINDE: La dosimétrie des rayions X et γ 10

Ing. L. SCHAPIRA: La sensibilité des instruments de mesure 16

Ing. GH. CAȚIGHERA du Comb. Sidérurgique Gh. Gheorghiu-Dej — Hunedoara: La mesure de la température de la voûte des fours Martin 20

Ing. AL. MOGA: La caractéristiques des lentilles pour les lunettes et quelques méthodes, pour la détermination de ces caractéristiques 25

Ing R. MOȚOI: Le contrôle de la rugosité des surfaces usinées, à l'aide du microscope à comparateur 33

Pag.

Ing. V. BONCA: Le délai optime pour la revision des compteurs électriques 36

LA VÉRIFICATION DES INSTRUMENTS ET DES APPAREILS DE MESURE

E. DORFMANN: Gazomètre portatif étalon pour la vérification des appareils électriques utilisés à l'analyse des gàs, des compteurs à gaz expérimenteaux, et des rhéomètres 39

DE L'EXPÉRIENCE DE L'U.R.S.S.

G. A. DRUGOV et A. M. ILINCOVICI: Les tendances modernes dans la construction des compteurs électriques à induction . . . 44

GUIDE LÉGISLATIF

NOTES ET INFORMATIONS METROLOGIQUES

ANUL III

Nr. 2

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

APARE LUNAR SUB INGRIJIREA
UNUI COMITET DE REDACȚIE

2

Februarie 1956

SUMAR

Pagina

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Conf. Dr. R. GRIGOROVICI: Măsurarea culorii 3

AL. BERINDE: Dozimetria razelor X şi γ 10

Ing. L. SCHAPIRA: Sensibilitatea aparatelor de măsurat 16

Ing. C. CAŢIGHERA — Combin. Sider. Gh. Gheorghiu-Dej-Hunedoara: Măsurarea temperaturii bolţii la cuptoarele Martin 20

Ing. AL. MOGA: Caracteristicile lentilelor de ochelari şi metode pentru determinarea lor 25

Ing. R. MOŢOIU: Controlul rugozităţii suprafeţelor prelucrate, cu ajutorul microscopului comparator 33

Ing. V. BONCA: Termenul optim de revizuire a contoarelor electrice 36

VERIFICAREA INSTRUMENTELOR ŞI APARATELOR DE MĂSURAT

E. DORFMAN: Gazometru portativ model pentru verificarea aparatelor electrice de analiză a gazelor, a contoarelor de gaz experimentale şi a areometrelor . . 39

DIN EXPERIENŢA U.R.S.S.

G. A. DRUGOV şi A. M. ILIUCOVICI: Tendinţele moderne în construcţia contoarelor electrice de inducţie 44

INDRUMATOR LEGISLATIV

NOTE ŞI INFORMAŢII METROLOGICE

Măsurarea culorii

Conf. Dr. RADU GRIGOROVICI

В статье излагаются экспериментальные и теоретические основы трихроматических систем величин и единиц, применяемых для количественной характеристики окрасок, а также и методы вычисления и измерения окрасок при помощи трихроматических колориметров. Описывается предложенный автором колориметр, сконструированный в РНР и указывается на возможность научного и практического применения колориметрии.

★

L'auteur expose les bases expérimentales et théoriques des systèmes trichromatiques des grandeurs et unités utilisées pour caractériser quantitativement les couleurs; il donne aussi les méthodes pour le calcul et la mesure des couleurs à l'aide des colorimètres trichromatiques. Il décrit un colorimètre original, réalisé dans notre pays. En conclusion, il indique les applications scientifiques et pratiques de la colorimètrie.

Anul acesta se împlinesc 25 de ani de cînd, printr-un acord internațional, Comisia Internațională a Iluminatului (CII) a adoptat valorile excitațiilor tricromatice ale culorilor spectrale care definesc pe observatorul normal, punînd astfel bazele unui sistem universal recunoscut de măsurare a culorii.

Problema caracterizării cantitative a culorii a preocupat timp de multe decenii o serie de fizicieni din cei mai importanți, dintre care este suficient să amintim pe Maxwell, pe Helmholtz și pe Schrödinger. Totuși, crearea unui sistem de mărimi și unități potrivit scopului urmărit a întîmpinat dificultăți tehnice și de concepție, care au întîrziat extrem de mult găsirea unei soluții satisfăcătoare în problema *colorimetriei*, cum se numește astăzi acest domeniu al metrologiei.

Caracterizarea cantitativă a senzațiilor este în general o problemă spinoasă. Metrologia se mulțumește în general să creeze în acest caz un sistem de mărimi și unități fizico-fiziologice care să realizeze astfel legătura dintre factorul fizic excitant și senzație, încît unui grup de valori determinate ale acelor mărimi numite *excitații*, să-i corespundă o anumită senzație. Legătura dintre factorul fizic excitant și excitații o stabilesc caracteristicile organului de simț uman mediu (observatorului normal).

In cazul văzului factorul fizic excitant adecvat sînt radiațiile din spectrul vizibil ($380 < \lambda < 780$ mμ). Senzațiile luminoase provocate de diferitele radiații monocromatice, sau de amestecurile lor, se diferențiază prin *culoare*. Astfel o suprafață luminoasă, de altfel lipsită de structură, poate avea în diferitele ei porțiuni un aspect diferit din cauza strălucirii diferite, a compoziției spectrale diferite a radiației emise sau datorită ambilor factori. Cît timp ne limităm la diferențierile datorite strălucirii diferite, făcînd în mod arbitrar abstracție de diferențierile datorite compoziției spectrale a luminii, ne găsim în cadrul *fotometriei*. *Colorimetria* ține seama și de al doilea fel de diferențiere, cuprinzînd astfel, în cadrul ei, și fotometria. In acest sens, două suprafețe care emit radiații de aceeași compoziție spectrală, dar de intensitate diferită pe unitate de arie, au culori diferite.

Dificultăți deosebite au rezultat în colorimetrie din faptul neunivocității relației între factorul fizic și excitația de culoare. Intr-adevăr, unei compoziții spectrale date a radiației excitante îi corespunde o singură culoare; unei culori date îi pot corespunde însă o infinitate de compoziții spectrale ale radiației excitante.

Cercetările au arătat că la strălucir suficiente ($> 10^{-4}$ stilbi) ochiul omenesc se comportă ca și cînd ar dispune în porțiunea centrală a retinei de trei categorii de receptori de lumină cu sensibilități spectrale diferite.[1]) Dintre aceștia unii sînt sensibili mai ales în domeniul lungimilor de undă mari din spectrul vizibil și dau senzația de roșu, alții mai ales în porțiunea centrală

[1]) Sensibilitatea spectrală a unui receptor pentru o radiație monocromatică de lungime de undă λ se definește ca valoarea inversă a puterii radiante, cuprinse într-un interval dat de lungimi de undă $\Delta\lambda$ din jurul acelei lungimi de undă, care produce o senzație sau un alt răspuns constant. Intr-adevăr cu cît este nevoie de o radiație mai intensă pentru provocarea aceleiași senzații, cu atît receptorul este mai puțin sensibil pentru acea radiație.

a spectrului şi dau senzaţia de verde, iar ultimii mai ales în regiunea lungimilor de undă mici din acest spectru şi dau senzaţia de violet.

Senzaţia de culoare este determinată de impresionarea celor trei categorii de receptori. Culoarea ne apare cu atît mai luminoasă, cu cît mai puternic sînt impresionaţi în total receptorii. De aceea este de dorit ca sistemul de mărimi şi unităţi din colorimetrie să nu modifice sistemul de mărimi şi unităţi fotometrice existent. Aspectul calitativ al culorii depinde de proporţiile în care sînt impresionate cele trei feluri de receptori.

Sistemul colorimetric al CII se bazează pe legile amestecului aditiv al culorilor, adică ale amestecului rezultat din suprapunerea simultană sau succesivă a radiaţiilor corespunzătoare acestor culori. Stabilite acum aproape exact un secol (1854) de către Grassmann, ele se enunţă astfel (STAS 4524—54):

1. O anumită culoare se obţine prin amestecul a două sau mai multe culori, indiferent de compoziţia spectrală a radiaţiilor care corespund culorilor componente.

2. Ansamblul culorilor formează un continuu limitat.

3. Pentru determinarea unei excitaţii de culoare sînt necesare şi suficiente trei mărimi.

Să exemplificăm această formulare generală.

Dintr-un alb dat şi un albastru care corespunde unei radiaţii monocromatice cu $\lambda = 486 m\mu$ se poate obţine, prin amestec aditiv, un albastru albicios, nesaturat, dat. Acest albastru nesaturat va fi acelaşi indiferent dacă albul folosit în amestec rezultă dintr-un spectru continuu sau din două culori complimentare oarecari. Deci în acest ultim caz acel albastru albicios poate fi obţinut şi din amestecul a trei culori.

Dacă reducem din ce în ce mai mult raportul în care amestecăm albul cu albastrul corespunzător radiaţiei monocromatice cu $\lambda = 486$ $m\mu$ (*culoare spectrală*), obţinem o serie de culori din ce în ce mai saturate, mai pure, care au toate aceeaşi *nuanţă spectrală*, caracterizată prin lungimea de undă a radiaţiei monocromatice care intră în amestec (*lungime de undă dominantă* λ_D). *Saturaţia* culorii rezultate din amestecul alb — albastru spectral se caracterizează prin *puritatea* ei, adică prin conţinutul ei relativ de culoare spectrală. Culorile spectrale vor avea puritatea 1, albul puritatea zero.

Dacă variem acum lungimea de undă dominantă, se obţine cea mai mare parte din culorile existente, trecerea de la o culoare la alta făcîndu-se în mod continuu. Există însă un grup de culori care nu pot fi reproduse prin amestecul albului cu o singură culoare spectrală: sînt culorile purpurii. Pentru realizarea lor sîntem nevoiţi să facem apel la un amestec de alb roşu şi violet spectral de la limitele spectrului vizibil.

Experienţa arată însă că *orice* culoare p fi reprodusă prin amestecul a *trei culori fu[n]damentale*, mereu aceleaşi, care trebuie astfel alese, încît niciuna să nu poată fi reprodusă prin amestecul celorlalte două, de exemplu roşu (R), verde (V) şi indigo (I). Şi aici întîlnim adeseori cazul cînd o culoare nu poate fi reprodusă prin amestecul aditiv al culorilor fundamentale alese. Dacă culoarea de reprodus C este, de exemplu, culoarea spectrală verde-albăstrie cu $\lambda = 502$ $m\mu$ şi drept culori fundamentale folosim culorile spectrale R cu $\lambda = 700$ $m\mu$; V cu $\lambda = 546{,}1$ $m\mu$ şi I cu $\lambda = 435{,}8$ $m\mu$, sîntem siliţi să procedăm astfel pentru reproducerea culorii C: adăugăm culorii C o cantitate oarecare de roşu R şi reproducem culoarea obţinută din acest amestec cu un amestec de verde V şi indigo I.

Dacă notăm *cantităţile de culoare* cu litera Q av[â]nd drept indice simbolul culorii, putem scrie *ecuaţia tricromatică* care să exprime operaţia de reproducere a unei anumite cantităţi Q_c de culoare de măsurat C prin amestecul aditiv a trei cantităţi de culoare Q_r, Q_v şi Q_i din culorile fundamentale R, V şi I:

$$Q_c = Q_r + Q_v + Q_i \qquad (1)$$

In cazurile cînd reproducerea culorii C trebuie făcută aşa cum s-a descris mai sus pentru culoarea spectrală cu $\lambda = 502$ $m\mu$, ecuaţia tricromatică se scrie

$$Q_c + Q_r = Q_v + Q_i \text{ sau } Q_c = Q_v + Q_i - Q_r;$$

unul din termenii sumei este deci negativ. Astfel formalismul aditivităţii poate fi menţinut prin introducerea unor cantităţi negative de culoare.

Pentru a se putea efectua adunarea din ecuaţia tricromatică (1), cantităţile de culori diferite trebuie să fie exprimate în unul şi acelaşi sistem coerent de unităţi, numit *sistem tricromatic RVI*. Notînd *unităţile tricromatice* (U.T.) ale culorilor fundamentale cu R,V şi I, şi unitatea de culoare de măsurat cu C, cantităţile de culori Q se exprimă prin produsul dintre *valorile* r', v', i' şi c' ale acelor cantităţi şi unităţile tricromatice respective. Ecuaţia tricromatică (1) devine:

$$c'\,C = r'\,R + v'\,V + i'\,I \qquad (2)$$

sau, în sistemul tricromatic RVI,

$$c' = r' + v' + i'. \qquad (3)$$

Cele trei valori r', v' şi i' determină excitaţia de culoare c'; fiecărui triplu de valori r', v', i' îi corespunde altă culoare. De aceea r',v' şi i' se numesc *excitaţiile tricromatice* ale culorii. Ele pot fi folosite şi pentru reprezentarea spaţială a culorilor, dacă suma c' din ecuaţia (3) se consideră drept suma a trei vectori r', v', i' (fig. 1) într-un *spaţiu* tridimensional *al culorilor*; r', v' şi i' sînt atunci coordonatele punctului reprezentativ al culorii C.

Incomoditatea care rezultă dintr-o reprezentare tridimensională se evită, renunţîndu-se la o reprezentare în valori absolute a excitaţiilor

tricromatice. De fapt, dacă nu ne interesează strălucirea unei culori, atunci toate culorile ale căror puncte reprezentative se găsesc pe dreapta

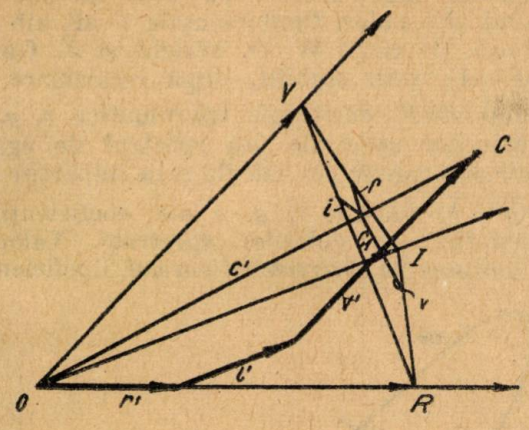


Fig. 1

OC din fig. 1 sînt echivalente. Este suficient să ne închipuim spațiul culorilor secționat cu un plan care taie axele de coordonate în dreptul punctelor reprezentative ale excitațiilor tricromatice unitare R, V și I. In sistemul tricromatic RVI toate punctele acestui plan satisfac ecuația $r' + v' + i' = 1$. Planul RVI reprezintă deci locul culorilor de cantitate unitară. Ecuația tricromatică a cantității unitare de culoare C rezultă din ecuația (2) prin împărțire cu c':

$$C = \frac{r'}{c'} R + \frac{v'}{c'} V + \frac{i'}{c'} I = rR + vV + iI. \quad (4)$$

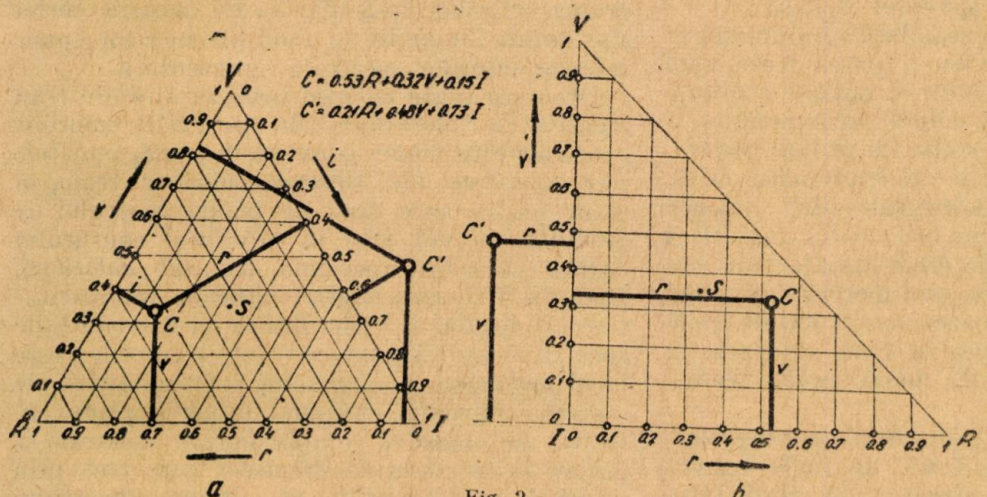


Fig. 2

In *ecuația tricromatică unitară* (4), r,v și i sînt cantitățile *relative* de culori fundamentale care, amestecate, ne dau culoarea C, independent de strălucirea ei. Coeficienții r,v,i sînt deci numere pure, care satisfac relația

$$r + v + i = 1 \quad (5)$$

și se numesc *coeficienții tricromatici* ai culorii C. Ei reprezintă proiecțiile vectorilor r',v' și i' din spațiul culorilor pe planul culorilor de cantitate unitară (fig. 1), fiind în același timp coordonatele triunghiulare r,v,i ale punctului reprezentativ C_1 în *triunghiul culorilor RVI*. Semnul coeficienților tricromatici este deci același ca și semnul excitațiilor tricromatice corespunzătoare.

In fig. 2a sînt reprezentate în acest triunghi două culori C și C', prima avînd toți trei coeficienții pozitivi, iar a doua coeficientul r negativ; punctele reprezentative ale culorilor cu excitații sau coeficienți tricromatici negativi cad deci în afara triunghiului culorilor.

Mult mai folosită este astăzi reprezentarea grafică numită *diagrama culorilor* (fig. 2b), în care utilizăm drept coordonate carteziene numai doi dintre coeficienții tricromatici, de obicei r și v, valoarea celui de-al treilea coeficient rezultînd din ecuația (5).

In amîndouă reprezentările este valabilă așa numita regulă a centrului de greutate: amestecul a două culori C_1 și C_2 dă o culoare C_3 al cărei punct reprezentativ se găsește pe dreapta C_1C_2 și împarte segmentul $\overline{C_1C_2}$ în raportul $\overline{C_1C_3}/\overline{C_3C_2} = c_2/c_1$, c_1 și c_2 fiind excitațiile culorilor C_1 și C_2.

Sistemul de mărimi colorimetrice fiind astfel stabilit, mai rămîne să se găsească criterii de definire a sistemului de unități.

Orice sistem de unități tricromatice se bazează pe alegerea a trei culori fundamentale R, V, I și a unui „alb de referință" S convențional. Acest alb de referință poate fi reprodus prin amestecul aditiv al culorilor fundamentale în anumite proporții. Unitățile tricromatice R, V, I se definesc prin următoarele convenții:

a. Ecuația tricromatică unitară pentru albul de referință este

$$S = \frac{1}{3} R + \frac{1}{3} V + \frac{1}{3} I \quad (6)$$

Unitățile tricromatice (U.T.) R, V și I trebuie astfel alese ca albul de referință S să se reproducă printr-un amestec în proporții egale din culorile fundamentale. Punctul reprezentativ al albului de referință se găsește deci în centrul de greutate al triunghiului sau diagramei culorilor.

b. Ecuația (6) rămîne valabilă și în unități fotometrice (U.F.), dacă R, V și I sînt exprimați în aceste unități. Dacă albul S are, de exemplu, strălucirea de 1 stilb și cele trei culori fundamentale care-l reproduc prin amestec au respectiv strălucirile m, n și p stilbi, legea aditivității strălucirilor se va scrie în stilbi, adică în U.F., astfel:

$$1(sb) = m(sb) + n(sb) + p(sb) =$$

$$= \frac{1}{3} R + \frac{1}{3} V + \frac{1}{3} I \qquad (7)$$

Din (7) rezultă relațiile (8), care leagă unitățile din sistemul tricromatic *RVI* de cele fotometrice :

$$R = 3m\ (sb);\ V = 3n\ (sb);\ I = 3p\ (sb). \qquad (8)$$

Esențial este faptul că se poate trece ușor de la un sistem tricromatic care folosește un anumit triplu de culori fundamntale R, V, I și un anumit alb de referință S la alt sistem tricromatic care folosește alte culori fundamentale R_1, V_1, I_1 și alt alb de referință S_1 printr-o simplă transformare liniară. Această posibilitate rezultă pe de o parte din liniaritatea tuturor ecuațiilor tricromatice și pe de altă parte din faptul că albul de referință și culorile fundamentale ale celui de-al doilea sistem tricromatic pot fi exprimate prin ecuații tricromatice valabile în primul sistem. Trecerea de la un sistem la altul se face cu ajutorul *ecuațiilor tricromatice de transformare* (9) :

$$\begin{aligned} R &= a_1R_1 + a_2V_1 + a_3I_1 \\ V &= b_1R_1 + b_2V_1 + b_3I_1 \\ I &= c_1R_1 + c_2V_1 + c_3I_1 \end{aligned} \qquad (9)$$

care exprimă relațiile dintre unitățile tricromatice din cele două sisteme tricromatice *RVI* și $R_1V_1I_1$. Prin înlocuirea ecuațiilor de transformare (9) în ecuația tricromatică (2) sau în cea unitară (4) și recalculare la unitate se obțin ecuația tricromatică și ecuația tricromatică unitară a culorii C în sistemul $R_1V_1I_1$.

Este deci suficient să standardizăm un singur sistem tricromatic, pentru a putea trece apoi la oricare alt sistem, dacă se cunosc ecuațiile tricromatice ale noilor culori fundamentale și ale noului alb de referință în primul sistem.

CII a standardizat sistemul tricromatic *RGB*, în care culorile fundamentale sînt culorile spectrale cu $\lambda = 700$ mμ (R); 546,1 mμ (G) și 435,8 mμ (B); ultimele două radiații sînt linii spectrale intense din spectrul mercurului. Albul de referință E este culoarea spectrului de egală energie, adică a unui spectru care cuprinde în intervale de lungimi de undă egale aceeași energie radiantă.

In acest sistem m, n și p au valorile $m = 0{,}17697$; $n = 0{,}81240$ și $p = 0{,}01063$, de unde rezultă conform ecuațiilor (8) următoarele relații între unitățile tricromatice R,G,B și unitățile fotometrice :

$$R = 0{,}53091 \text{ U.F.}; \quad G = 2{,}43720 \text{ U.F.}; \quad B = 0{,}03189 \text{ U.F.} \qquad (10)$$

Relațiile (10) exprimă faptul experimental bine cunoscut că un adaus fotometric neimportant de lumină albastră (B) la o lumină galben-verzuie intensă, modifică esențial culoarea acestei din urmă lumini, fără să-i modifice apreciabil intensitatea.

Pe baza unor determinări deosebit de îngrijite și concordante făcute de un număr mare de observatori cu vederea normală a culorilor, întreprinse independent, cu altă metodă și folosind alte culori fundamentale și alt alb de referință, de către W. D. Wright și J. Guild (1930—31), s-au stabilit, după recalculare în sistemul *RGB*, excitațiile tricromatice $\bar{r}$, $\bar{g}$, $\bar{b}$ ale culorilor spectrale din spectrul de egală energie, din care se pot calcula prin împărțire cu $(\bar{r} + \bar{g} + \bar{b})$ valorile r, g, b ale coeficienților tricromatici ai culorilor spectrale. Valorile r,g,b definesc pe *observatorul normal*. Coeficienții

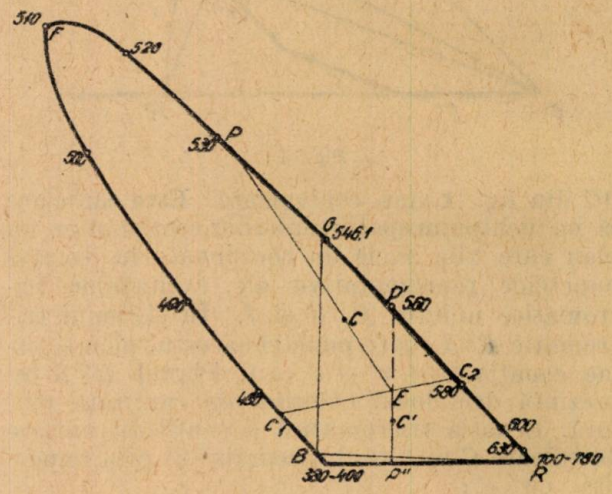


Fig. 3

tricromatici r,g,b ai culorilor spectrale permit trasarea unei *curbe a culorilor spectrale* în diagrama culorilor *RGB* (fig. 3). Pe această curbă sînt notate lungimile de undă (în mμ) corespunzătoare culorilor spectrale reprezentate.

Deoarece toate culorile reale rezultă dintr-un amestec de culori spectrale, iar curba culorilor spectrale este mereu convexă în afară, punctele reprezentative ale tuturor culorilor reale, a căror poziție este dată de regula centrului de greutate, se vor găsi în interiorul conturului curbei culorilor spectrale (*cîmpul culorilor*). Dreapta VR, care unește punctele reprezentative ale roșului și violetului de la extremitățile spectrului vizibil și închide cîmpul culorilor, este locul geometric al punctelor reprezentative ale culorilor purpurii extreme. Punctele reprezentative ale culorilor complimentare spectrale se găsesc la intersecțiile dreptelor care trec prin punctul reprezentativ al albului spectrului de egală energie E și curba culorilor spectrale (de ex. punctele C_1 și C_2 din fig. 3).

Din aceeași fig. 3 rezultă cum se poate trece de la un sistem tricromatic la un sistem *monocromatic*, în care culoarea C ne-o închipuim reprodusă — cum s-a arătat mai sus — printr-un amestec de alb de referință și o anumită culoare spectrală (P). Lungimea de undă dominantă rezultă din notația de pe curba culorilor spectrale, iar puritatea (de excitație) din raportul distanțelor CE/PE. Pentru o culoare

purpurie (C') se ia drept lungime de undă dominantă cea corespunzătoare punctului P' notată cu semnul minus, iar drept puritate raportul distanțelor $C'E/P''E$.

Sistemul *RGB* prezintă o serie de deficiențe de ordin practic.

Astfel toate culorile spectrale și foarte multe alte culori au excitațiile și coeficienții tricromatici negativi, punctele lor reprezentative fiind situate în afara triunghiului *RGB* (fig. 3). In al doilea rînd trecerea de la unitățile tricromatice la cele fotometrice este greoaie, fiind necesare în general trei înmulțiri și o adunare (vezi de ex. ecuația 7). In al treilea rînd culorile reale sînt astfel repartizate în diagramă, încît unei variații egale de poziție în diferitele regiuni ale diagramei îi corespund variații foarte diferite de culoare. Astfel pe aria *GFB* sînt repartizate aproape numai culori verzui, în timp ce restul diagramei cuprinde toate celelalte culori.

Toate aceste neajunsuri sînt înlăturate în *sistemul tricromatic normal XYZ* stabilit de *CII*, în care culorile fundamentale X, Y, și Z sînt culori fictive, fără realitate fizică, situate în afara cîmpului culorilor. Aceste „culori" fundamentale sînt astfel alese, încît curba culorilor spectrale să cadă în întregime în interiorul triunghiului sau diagramei culorilor; excitațiile și coeficienții tuturor culorilor reale vor fi deci pozitive (fig. 4).

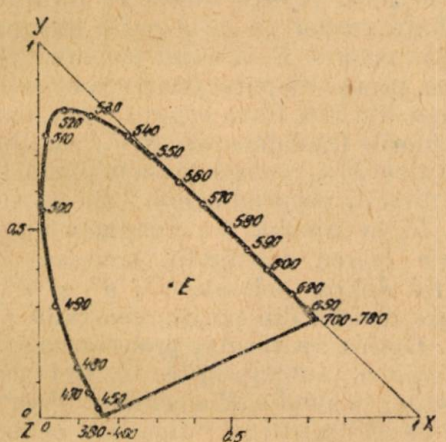


Fig. 4

In sistemul tricromatic normal XYZ relațiile care leagă unitățile tricromatice X,Y și Z de cele fotometrice sînt:

$$X = 0 \text{ U.F.}; \quad Y = 1 \text{ U.F.}; \quad Z = 0 \text{ U.F.} \quad (11)$$

Sensul fizic al acestor ecuații este următorul: culorile fundamentale, de altfel fictive, X și Z nu contribuie la strălucirea unei culori, ci-i modifică doar calitatea. Singură culoarea Y contează atît din punct de vedere al calității — este un fel de verde mai mult decît saturat — cît și din punct de vedere al strălucirii.

In acest sistem ecuația tricromatică normală și cea tricromatică unitară normală se scriu:

$$c'C = x'X + y'Y + z'Z; \quad (12)$$

$$C = xX + yY + zZ, \quad (13)$$

și în consecință, pentru orice culoare, 1 U. F. = y U.T.

S-au calculat cu ajutorul ecuațiilor de transformare și s-au standardizat de către *CII excitațiile tricromatice normale* $\bar{x},\bar{y},\bar{z}$ și *coeficienții tricromatici normali* x,y,z pentru culorile spectrale din spectrul de egală energie. Funcțiunile $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ și $\bar{z}(\lambda)$ sînt reprezentate grafic în fig. 5.

Punînd la baza oricărei caracterizări cantitative a culorilor sistemul tricromatic normal XYZ, ne putem face următoarea imagine-

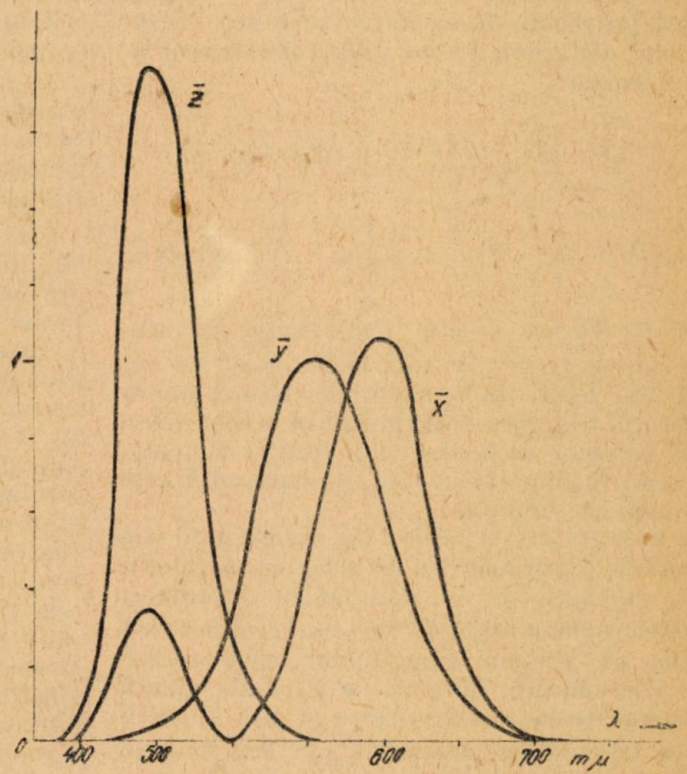


Fig. 5

model a ochiului omenesc cu privire la perceperea culorilor:

In retina ochiului dispunem de trei feluri de receptori X,Y și Z; excitarea fiecărui fel de receptor condiționează, indiferent de lungimea de undă a radiației excitante, o anumită senzație de culoare (roșu, verde, violet). Numai receptorul Y, care dă senzația de verde, dă în același timp senzația de luminozitate. Curbele de sensibilitate spectrală ale receptorilor sînt funcțiunile $\bar{x},\bar{y}$ și $\bar{z}$. Curba $\bar{y}(\lambda)$ este deci identică cu curba de sensibilitate spectrală a ochiului din fotometrie — așa numita curbă de vizibilitate relativă a radiațiilor monocromatice V_λ. Astfel sistemul tricromatic normal XYZ stabilește simplu legătura dintre colorimetrie și

fotometrie : excitația tricromatică y' din ecuația tricromatică normală (12) determină valoarea în unități fotometrice relative a strălucirii culorii măsurate.

Intr-adevăr o mărime fotometrică, care măsoară excitația luminoasă, de exemplu fluxul luminos Φ, este determinat printr-o relație de forma

$$\Phi = K\int_0^\infty V_\lambda \cdot P_\lambda \, d\lambda, \qquad (14)$$

unde $P_\lambda \, d\lambda$ este puterea radiantă cuprinsă în intervalul spectral $\lambda - \frac{d\lambda}{2}$ la $\lambda + \frac{d\lambda}{2}$, V_λ sensibilitatea spectrală a receptorului de *lumină* și K un factor care depinde de unitățile alese.

Analog, senzațiile de culoare roșie, verde și violetă provocate de excitarea celor trei receptori sînt determinate de excitațiile tricromatice normale

$$x' = \int_0^\infty \bar{x}_\lambda \cdot P_\lambda \cdot d\lambda; \quad y' = \int_0^\infty \bar{y}_\lambda \cdot P_\lambda \cdot d\lambda =$$

$$= \int_0^\infty V_\lambda \cdot P_\lambda \cdot d\lambda; \quad z' = \int_0^\infty \bar{z}_\lambda \cdot P_\lambda \cdot d\lambda, \qquad (15)$$

unde $P_\lambda \, d\lambda$ are aceeași semnificație ca mai sus, $\bar{x}, \bar{y}$ și $\bar{z}$ sînt sensibilitățile spectrale ale celor trei feluri de receptori de *culoare*, singur receptorul al doilea funcționînd în același timp drept receptor de *lumină*, cum rezultă din compararea relațiilor (14) și (15), iar factorul K este luat egal cu unitatea.

In același timp relațiile (15) indică unul din procedeele experimentale de *măsurare* a culorii. Este suficient să se determine distribuția spectrală a energiei radiante $P_\lambda \, d\lambda$, ca să se poată calcula cu ajutorul funcțiunilor $\bar{x},\bar{y},\bar{z}$ excitațiile tricromatice normale x',y',z' ale culorii corespunzătoare acelui spectru și deci și coeficienții tricromatici normali $\bar{x},\bar{y},\bar{z}$. Practic problema se reduce la folosirea unei metode obișnuite de spectro-fotometrie, iar integralele (15) se înlocuiesc cu sumele

$$x' = \Sigma \bar{x}_\lambda P_\lambda; \; y' = \Sigma \bar{y}_\lambda P_\lambda = \Sigma V_\lambda P_\lambda; \; z' = \Sigma z_\lambda P_\lambda, \qquad (15')$$

unde P_λ este densitatea spectrală a puterii radiante în intervalul de la $\lambda - \frac{\Delta\lambda}{2}$ la $\lambda + \frac{\Delta\lambda}{2}$.

Intervalul spectral $\Delta\lambda$ se ia de obicei de 5—10 $m\mu$ și constant în tot spectrul.

Calea aceasta este precisă, dar extrem de laborioasă. Se preferă de aceea adeseori determinările directe cu aparate numite *colorimetre tricromatice*. Cele mai folosite tipuri de colorimetre tricromatice sînt *colorimetrele aditive vizuale* și *colorimetrele fotoelectrice*.

In primul fel de aparate se prezintă ochiului observatorului un cîmp fotometric, în care o jumătate este luminată de culoarea de măsurat, iar cealaltă jumătate de un amestec variabil și cunoscut din trei culori funamentale ; cantitățile de culori fundamentale care reproduc culoarea de măsurat determină excitațiile tricromatice și deci și coeficienții tricromatici ai acestei culori în sistemul tricromatic *RVI* propriu aparatului. Trecerea la sistemul tricromatic normal *XYZ* se poate face cu ajutorul ecuațiilor tricromatice de transformare respective.

Culorile fundamentale pot fi culori spectrale (Maxwell, Wright) sau obținute cu ajutorul unor filtre colorate. La rîndul său amestecul aditiv se poate face simultan pe o suprafață plană albă (Demkina), într-o sferă integratoare (Donaldson, Richter) și pe retina ochiului (Grigorovici-Aricescu) sau succesiv, prezentînd pe rînd ochiului culorile fundamentale cu o alternanță atît de rapidă, încît ele să se contopească într-una singură (Guild).

Vom descrie spre exemplificare *colorimetrul tricromatic* construit de autor în colaborare cu Ioana Aricescu în laboratorul Catedrei de Optică a Universității „C. I. Parhon" din București (1952).

Un fotometru Pulfrich cu diafragme variabile D_1 și D_2 (fig. 6) în formă de pătrat este prevăzut cu două obiective O_1 și O_2 cu distanța focală de 30 mm. Aceste obiective formează în planul diafragmelor pe de o parte imaginea filtrului optic colorat F, a cărui culoare vrem s-o măsurăm, pe de altă parte imaginea mozaicului M, format din trei filtre colorate adiacente, care dau culorile fundamentale R,V,I ale aparatului. Mozaicul M se poate deplasa în planul său după două direcții perpendiculare una pe alta. Diafragma D_2 decupează din imaginea mozaicului o arie mereu constantă, compusă din cele trei arii diferit colorate r'', v'' și i'', a căror valoare rezultă din poziția centrului C al mozaicului. Optica aparatului proiectează imaginea diafragmei, subîmpărțită în trei părți diferit colorate, în pupila P a ochiului observatorului. Pe de altă parte pe retina R a ochiului se formează imaginea muchiei biprismei Bp, care separă cîmpul fotometric în două. Pe retină se formează deci imaginea unei jumătăți a cîmpului fotometric, compusă din trei imagini suprapuse de diferite culori și iluminări, acestea din urmă fiind determinate de ariile relative r'',v'' și i''. Imaginea celeilalte jumătăți a cîmpului fotometric se proiectează pe retină în culoarea filtrului F și cu o iluminare controlată de deschiderea diafragmei D_1.

Măsurătoarea se execută astfel :

Cu filtrul F scos se deplasează M și se reglează diafragma D_1 pînă ce cele două jumătăți ale cîmpului fotometric apar ochiului identice ca strălucire și colorit. S-a reprodus astfel prin amestecul celor trei culori fundamentale albul de referință S dat de iluminatorul aparatului. Fie ariile decupate pe mozaic de diafragma fixă D_2 r''_s / v''_s și i''_s, Pentru ca albul de refe-

rință să aibă excitațiile tricromatice egale între ele, se înmulțesc cele trei arii r''_s, v''_s, i''_s cu factorii $f_r = 1$; $f_v = r''_s / v''_s$, ; $f_i = r''_s / i''_s$ și se obțin excitațiile tricromatice ale albului S în sistemul tricromatic RVI al aparatului:

$$r'_s = r''_s \cdot f_r = r''_s; \quad v'_s = v''_s \cdot f_v = r''_s;$$
$$i''_s = i''_s \cdot f_i = r''_s$$

Coeficienții tricromatici ai albului de referință r_s, v_s, i_s vor fi și ei egali între ei și relația (6) va fi astfel satisfăcută.

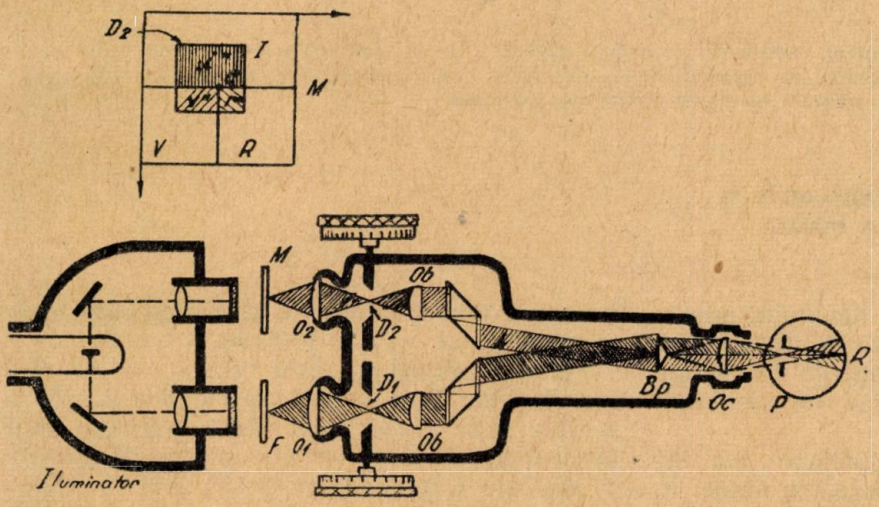


Fig. 6

Se introduce acum în drumul luminii filtrul F, a cărui culoare vrem s-o măsurăm. Egalăm din nou culorile din cîmpul fotometric prin deplasarea lui M și manevrarea diafragmei D_1.

Poziția centrului mozaicului determină noile arii r'', v'', i''. Excitațiile tricromatice ale culorii măsurate rezultă din relațiile

$$r' = r'' \cdot f_r = r''; \; v' = v'' \cdot f_v; \; i' = i'' \cdot f_i,$$

iar coeficienții ei tricromatici vor fi

$$r = \frac{r'}{r'+v'+i'}; \quad v = \frac{v'}{r'+v'+i'}; \quad i = \frac{i'}{r'+v'+i'}.$$

Se poate calcula de asemenea din deschiderea diafragmei D_1 și din poziția mozaicului factorul global de transmisie al filtrului F și se poate face, cu ajutorul ecuațiilor de transformare, trecerea la sistemul tricromatic normal XYZ. In sfîrșit culorilor care nu pot fi reproduse direct prin amestecul celor trei culori fundamentale disponibile, deoarece sînt prea saturate, li se pot adăuga cantități cunoscute de alb de referință (dispozitiv de desaturare), făcînd astfel culoarea rezultantă accesibilă măsurătorii și revenind prin calcul la culoarea inițială.

Al doilea grup de colorimetre tricromatice obiectivează măsurătoarea, înlocuind ochiul cu trei receptori fotoelectrici — de obicei fotoelemente cu seleniu prevăzute cu filtre colorate potrivite — ale căror curbe de sensibilitate spectrală reproduc cît se poate de bine curbele de sensibilitate spectrală ale observatorului normal în sistemul tricromatic normal XYZ (fig. 5) sau combinații liniare ale acestor funcțiuni. Receptorii primesc lumina emisă de la un izvor sau cea reflectată sau transmisă de un corp colorat; cele trei citiri făcute la un instrument de măsură pus pe rînd în circuitele receptorilor ne dau direct valorile excitațiilor tricromatice normale ale culorii de măsurat sau combinații liniare ale lor. Pînă în prezent cel mai perfecționat aparat de acest fel a fost realizat de Joffe și colaboratorii săi (1953).

Colorimetria găsește astăzi o serie largă de aplicații științifice și tehnice.

In calitatea ei de analiză spectrală rudimentară ea servește, de exemplu, la caracterizarea cantitativă a culorilor în fenomenele de interferență, difracție, polarizație și difuzie în lumină albă, fie că este vorba de experiențe de laborator (culorile peliculelor subțiri, polarizația cromatică) sau de fenomene naturale (culorile fenomenelor optice meteorologice, albastrul cerului). Ea formează în același timp cadrul în care cercetările din domeniul fiziologiei vederii își pot găsi o caracterizare cantitativă.

Aplicațiile practice ale colorimetriei sînt extrem de numeroase. Caracterizarea cantitativă a culorii izvoarelor de lumină, a substanțelor luminescente, a semnalelor optice în comunicații feroviare, rutiere, navale și aeriene, a florilor și fructelor, a produselor „albe" ca bumbacul și hîrtia a solurilor și mineralelor, a coloranților, vopselelor, lacurilor și cernelurilor, a produselor industriale colorate, stofelor și produselor industriei grafice, etc. se răspîndește și se impune pe zi ce trece. Optica tehnică, fotoelasticimetria, agronomia, petrografia, meteorologia și multe alte discipline sau științe aplicate folosesc pe o scară din ce în ce mai întinsă posibilitățile pe care le oferă colorimetria pentru a caracteriza cantitativ fenomene care nu puteau fi descrise decît calitativ și incomplet.

Apariția recentă a unor lucrări de colorimetrie în literatura noastră științifică si tehnică precum și a Standardului de Stat 4524 — 54, Colorimetrie (Măsurarea culorii) — Terminologie, indică pătrunderea colorimetriei și în cercurile științifice și tehnice din țara noastră.

Dozimetria razelor x și gama

Al. BERINDE

В работе излагаются общие принципы дозиметрии лучей X и γ и дается общая характеристика помещений для ионизации этими облучениями. Статья охватывает также и описание некоторых дозиметров, применяющихся в практике.

★

L'auteur expose les principes généraux de la dosimétrie des rayons X et γ. Il décrit ensuite les caractéristiques générales des chambres d'ionisation pour ces radiations et présente quelques dosimètres pratiques.

1. PRINCIPIILE DOZIMETRIEI RAZELOR X ȘI γ. UNITATEA DE MĂSURĂ A DOZEI

Dozimetria razelor X și γ denumită adesea ori röntgenometrie, este o diviziune a științei care se ocupă cu măsurările de energie ale radiațiilor electromagnetice de cea mai mică lungime de undă.

Succesele recente ale fizicii nucleare, au dat un puternic impuls acestei științe, nu numai în legătură cu măsurarea cît mai precisă a energiei radiațiilor X și γ, ci și în legătură cu rezolvarea unor probleme de interes biologic și chiar tehnic. Dozimetria razelor X și γ este deasemenea strîns legată de problema protecției contra efectului vătămător al acestor radiații.

Cel mai important fenomen fizic, legat de trecerea radiațiilor X și γ printr-un mediu oarecare este ionizarea acestui mediu. Fundamentele teoretice și practice ale dozimetriei se bazează pe studiul mecanismului de ionizare a mediului datorită radiațiilor X și γ de diferite lungimi de undă, iar unitățile de măsură a dozei sînt strîns legate de evaluarea acestei ionizări. Studiul ionizării mediilor gazoase se tratează mai simplu și mai ușor. De aceea cele mai răspîndite metode de dozimetrie, se bazează pe ionizarea gazelor.

In procesul de interacțiune a radiațiilor electromagnetice de mare frecvență cu materia, sînt expulzați din învelișurile atomilor, electroni, prin efect fotoelectric. O parte din energia cuantei X sau γ se transformă în energia cinetică a fotoelectronilor, care ionizează atomii gazului înconjurător. In afară de fotoelectroni, apar și electroni de recul, prin efect Compton, care contribuie și ei la ionizare. In sfîrșit în domeniul radiațiilor γ de mare energie ($E > 1$ *MeV*) are loc procesul de formare de perechi pozitron-electron. In acest proces energia cuantei γ se transformă în energia de formare a perechii și în energia cinetică a electronului și pozitronului, care de asemenea ionizează mediul. In concluzie, în cele trei procese de interacțiune a razelor X și γ cu materia, enumerate mai sus, ionizarea este produsă de electronii care apar ca rezultat al acestor procese.

Pe lîngă absorbția reală prin aceste procese a radiațiilor X și γ, mai are loc și o difuzie a acestor raze, astfel încît după trecerea unui fascicol de raze X și γ printr-un strat de materie de grosime x, intensitatea fascicolului va scădea după legea exponențială :

$$I = I_0 e^{-\mu x} \qquad (1)$$

unde I_0 este intensitatea inițială a fascicolului și μ coeficientul de absorbție al mediului respectiv ce cuprinde atît absorbția reală cît și difuzia, iar I, intensitatea slăbită a fascicolului în direcția de propagare.

Unitatea fundamentală de măsură a dozei este *röntgenul*. La început, röntgenul a fost introdus în legătură cu nevoile medicilor și biologilor, ca unitate de măsură a dozei razelor X și γ primită de bolnavi sau de obiectele de cercetat. Mai tîrziu, această unitate s-a dovedit a fi atît de comodă, încît a fost adoptată și de fizicieni, care nu sînt legați direct de dozimetria practică, decît din punct de vedere al protecției în contra acțiunilor vătămătoare a radiațiilor.

Congresul internațional al radiologilor din 1937 a adoptat următoarea definiție a *röntgenului* :

1. Unitatea internațională a cantității sau *dozei* razelor X și γ, se va numi „röntgen" și se va nota cu r.

2. Rontgenul este acea cantitate de raze X sau γ care creează în 0,0012939 g de aer, ioni în cantitate de 1 U.e.s. C.G.S, de fiecare semn.

3. Măsurarea cantității de radiație se va exprima în röntgen, măsurarea puterii dozei se va exprima în röntgeni pe minut.

Doza fizică fiind legată de absorbția unei cantități determinate de energie într-un anumit volum, are dimensiunile energie/volum.

Spre deosebire de propunerile congresului de radiologie din 1937, puterea dozei se exprimă adeseori în röntgen pe secundă, pe oră sau zi.

In standardul 2446—51 se definește Röntgenul în sensul menționat mai sus, cu sublinierea că ionizarea produsă de doza de un röntgen, trebuie măsurată cînd curentul are valoarea de saturație. Pentru *doză* s-a adoptat simbolul D, iar pentru *röntgen* simbolul R. De asemenea standardul adoptă simbolul D_b pentru mărimea *doză-debit*, unitatea respectivă fiind „*röntgen pe secundă*"[1]) ($R/1$)

Cunoscînd sarcina electronului $e = 4{,}8 \cdot 10^{-10}$ u.e.s., se poate calcula numărul perechilor de ioni corespunzător unui röntgen:

$$N_0 = \frac{1}{4{,}8 \cdot 10^{-10}} = 2{,}8 \cdot 10^9$$ perechi de ioni în 1 cm³ de aer.

Energia de ionizare în aer adică pentru formarea în aer a unei perechi de ioni — fiind $\varepsilon \approx 33eV$, energia absorbită la o doză de 1 röntgen va fi: $1\,R = 0{,}11\,\frac{erg}{cm^3}$

Specificăm că valoarea energiei de ionizare $\varepsilon \approx 33eV$ nu este absolut constantă, crescînd în regiunea razelor X și γ dure și razelor X moi, și de aceea nici „echivalentul mecanic" al röntgenului $\left(1\,R = 0{,}11\,\frac{erg}{cm^3}\right)$ nu rămîne riguros constant.

Toate mărimile întîlnite în dozimetrie pot fi exprimate cu ajutorul röntgenului. Astfel energia radiației se exprimă în R.cm³, iar intensitatea în $\frac{R.\ cm}{sec.}$.

O etapă importantă în dezvoltarea dozimetriei, a fost adoptarea röntgenului ca unitate de măsură a razelor γ. S-a stabilit experimental că 1 mg de radiu, cu un filtru de platină de 0,5 mm așezat la distanța de 1 cm de sursă, dă o doză de 1 R într-o oră. Dozimetria practică nu dispunea pînă atunci de condiții standard optime pentru etalonarea dozimetrelor, din cauza fluctuațiilor tensiunii, în regimul de lucru a tuburilor de raze X. Un preparat de radiu constituie însă un izvor etalon de raze γ foarte stabil. In felul acesta posibilitățile de creștere a preciziei în dozimetrie s-au dezvoltat simțitor.

2. CAMERE DE IONIZARE PENTRU RAZE X ȘI γ

Camera de ionizare constituie partea esențială a unui dozimetru. Ea se utilizează în general, la cercetarea unui efect oarecare de ionizare, condiționat de prezența unui număr mare de particule încărcate, astfel că fluctuațiile statistice legate de natura corpusculară a electricității, practic nu se manifestă.

Camera de ionizare funcționează după un principiu foarte simplu. Să presupunem că între plăcile P_1 și P_2 ale unui condensator plan (fig. 1) se stabilește o diferență de potențial V. Aerul (sau gazul) dintre plăci este izolant și împiedică descărcarea condensatorului. Sub

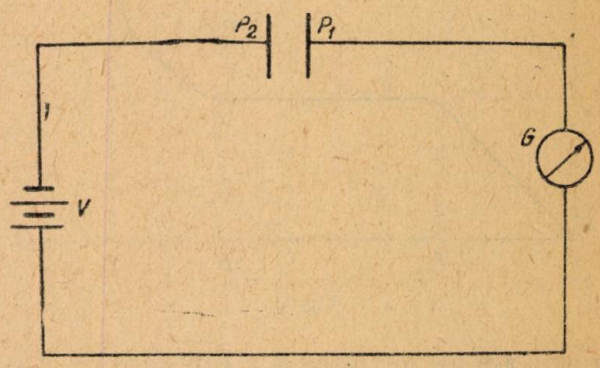


Fig. 1

acțiunea unei radiații, apar în aer ioni de semne contrare, care se deplasează în cîmpul electric dintre plăci: ionii pozitivi către placa negativă, iar cei negativi, respectiv electronii, către placa pozitivă. In circuit apare astfel un curent electric care poate fi măsurat cu ajutorul aparatului G (electrometru). Mărimea curentului depinde de intensitatea radiației dar și de potențialul aplicat condensatorului. La o intensitate a radiației constantă, dependența curentului de tensiune este ilustrată de curba din fig. 2. Porțiunea AB (regiunea curentului de saturație) este regiunea de lucru a camerelor de ionizare aci curentul fiind independent de tensiune. Curentul de saturație I_s apare datorită faptului că toți ionii formați sub acțiunea radiației, sînt colectați de condensator. Măsurînd curentul de saturație I_s, se poate determina numărul N al perechilor de ioni formați sub acțiunea agentului ionizat prin relația:

$$I_s = eN \qquad (2)$$

unde e este sarcina electronului. Dacă gazul este ionizat uniform avem:

$$I_s = en_0V_0 \qquad (3)$$

n_0 fiind densitatea perechilor de ioni formați pe secundă și V_0 volumul în care se produce ionizarea. Cunoscînd pe n_0 se determină ușor doza corespunzătoare.

Se presupune că în lipsa agentului ionizant curentul de ionizare este nul. Această presupunere nu corespunde de fapt realității deoarece chiar în lipsa agentului ionizant poate exista în camera de ionizare un curent foarte slab datorit ionizării produse de razele cosmice și de rămășițele radioactive care se găsesc totdeauna în atmosferă. Dacă radiația de cercetat are o intensitate mică, va trebui deci să

[1]) In prezent în radiologie se folosesc diferite mărimi și unități. Unele din acestea nu sînt coherente. O sistematizare a lor și stabilirea unei nomenclaturi standardizate apare ca necesară. (Nota redacției).

se ţină seama şi de acest curent suplimentar. Vom analiza în cele ce urmează, două tipuri de camere de ionizare care permit o *măsurare absolută a dozei razelor X şi γ*, înţelegînd prin măsurare absolută, determinarea dozei fizice în röntgeni, ca rezultat al măsurării volumului

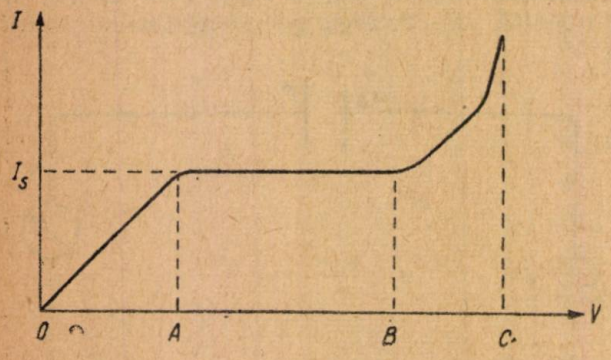


Fig. 2

în care are loc ionizarea şi a cantităţii de electricitate formate sub acţiunea radiaţiei. Camerele de ionizare care permit o măsurare absolută, se numesc *camere normale*. Dozimetrele uzuale nu sînt prevăzute cu camere normale, etalonarea lor făcîndu-se cu ajutorul unui *dozimetru model* cu cameră normală. Pentru fiecare regiune de lungime de undă se utilizează un anumit tip de cameră normală.

a) *Camera normală pentru măsurarea razelor X cu lungime de undă mai mare de 0,5 Å*

Razele X cu lungimea de undă cuprinsă în intervalul 0,5—3Å, sînt puternic absorbite în aer şi în orice alt mediu. De aceea fascicolul de raze X moi îşi micşorează simţitor intensitatea şi compoziţia spectrală pe măsură ce înaintează într-un mediu. Aceasta pretinde camerei de ionizare folosite, să îndeplinească anumite condiţii ca :

1. lungime mică a electrodului de măsură ;
2. distanţă mică între electrodul de măsură şi diafragma de intrare a razelor X ;
3. posibilitatea determinării experimentale a corecţiilor datorită slăbirii fascicolului între diafragma de intrare şi electrodul de măsurare.

In plus trebuie îndeplinite şi condiţiile care reies din definiţia röntgenului : utilizarea deplină a puterii ionizante a electronilor, atingerea curentului de saturaţie şi evitarea acţiunii pereţilor camerei. In sfîrşit camera trebuie să permită o măsurare precisă a volumului ionizat şi să dea curenţi de ionizare suficient de puternici.

Camera normală de tip plan, înfăţişată schematic în fig. 3 îndeplineşte aceste cerinţe. Electrodul de măsurare A, de dimensiuni 10/50 mm, cu dimensiunea cea mai mică pe direcţia fascicolului, este legat de aparatul de măsurat M a curentului de ionizare. Electrozii BB, de dimensiuni 60/50 mm, sînt puşi la potenţialul pămîntului şi, împreună cu cadrele de sîrmă b, de formă pătrată, (patru la număr) asigură uniformitatea cîmpului. In scopul unei cît mai bune centrări, camera se poate deplasa într-o direcţie transversală şi roti în jurul axei orizontale. Pentru determinarea absorbţiei în aer a fascicolului, camera se poate deplasa şi în direcţie longitudinală.

O mare atenţie trebuie acordată alegerii filtrului care trebuie să fie cît mai pur. Orice adaos de elemente mai grele, schimbă foarte mult capacitatea de absorbţie a filtrului. E necesară asigurarea constanţei regimului de excitare a razelor X şi o focalizare optimă a camerei, adică orientarea cît mai potrivită a acesteia faţă de fascicolul de raze X. Cu ajutorul deschiderii din tubul de raze X şi a fantei F se asigură focalizarea fascicolului.

Puterea dozei se calculează din relaţia :

$$P = 3.10^9 \frac{I_s}{V_0} R/S \qquad (4)$$

unde I_s, este curentul de ionizare în amperi şi V_0 mărimea volumului ionizat exprimat în cm^3.

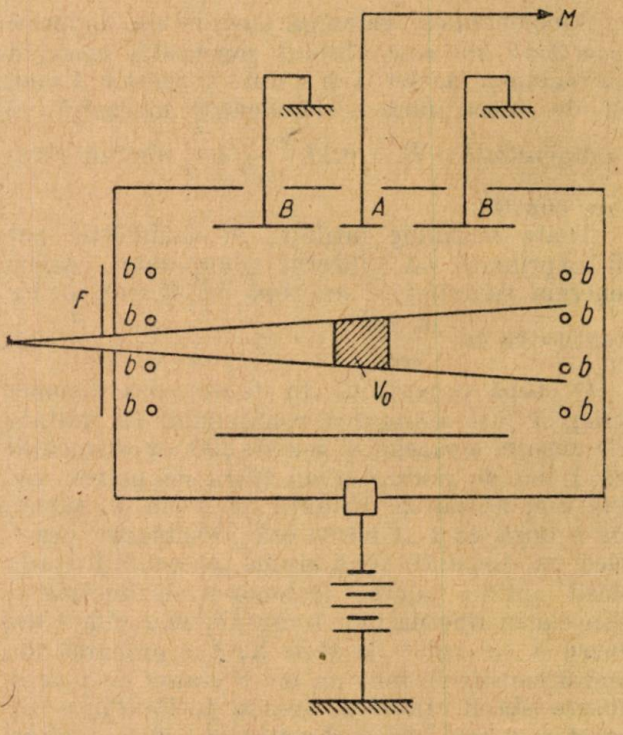


Fig. 3

b) *Camera normală pentru raze X dure şi raze γ.*

In cazul razelor X dure şi a razelor γ, energia cinetică a fotoelectronilor este foarte mare. De aceea pentru utilizarea întregii lor capacităţi ionizante, trebuie să mărim sau dimensiunile camerei sau presiunea aerului din interiorul ei. Puterea penetrantă mare a acestor raze, îngreunează mult canalizarea şi diafragmarea fascicolului.

Din punct de vedere metrologic prezintă interes camera normală construită de Taylor şi

Singer. Ea se deosebește de camera normală pentru raze X moi, prin dimensiuni și prin posibilitatea variației distanței dintre electrozi. Electrodul C (vezi fig. 4) are lungimea 75 cm, iar cel de măsură A 25 cm. Distanța între ei poate fi variată între 7 și 38 cm. Camera de ionizare este așezată într-un cilindru de oțel de 75 cm diametru și 210 cm lungime, în care se poate

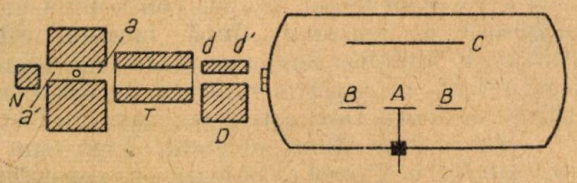


Fig. 4

stabili o presiune pînă la 20 Atm. In mod obișnuit se lucrează la o presiune de 10 Atm. Blocurile de plumb N, M, T și D constituie sistemul de limitare a fascicolului. Preparatul de radiu care servește ca sursă de raze γ se așează în centrul tubușorului aa', de 10 mm diametru, situat în interiorul blocului M de 35 cm diametru și 50 cm înălțime. N este un cub de plumb care închide sursa de raze γ, iar T un cilindru de plumb cu pereții de 6 cm grosime. In blocul D, de diametru și înălțime 15 cm este practicată excentric, deschiderea cilindrică dd'. La o presiune de 10 Atm și la o distanță între electrozi de 30 cm, se utilizează întreaga capacitate ionizantă a electronilor.

Intrucît fotoelectronii ionizanți, creați de razele γ, sînt expulzați din atomii aerului, de preferință în direcția fascicolului, electrodul de măsurare trebuie să fie suficient de depărtat de diafragma dd'. In cazul cînd se lucrează la o presiune de 10 Atm, este suficientă distanța de 70 cm ; în felul acesta se realizează echilibrul între electronii care părăsesc volumul de măsură și cei care pătrund din afară în acest volum.

3. DOZIMETRE PRACTICE

Dozimetrele utilizate în mod curent în practică, furnizează numai măsurări relative. De aceea ele au o scară gradată în röntgeni cu ajutorul unei camere normale. Toate dozimetrele practice pot fi împărțite în trei categorii și anume :

a) *dozimetre integratoare*, care măsoară doza obținută într-un anumit interval de timp

b) *dozimetre momentane*, care măsoară puterea dozei (doza-debit)

c) *dozimetre universale* care măsoară ambele mărimi.

Orice dozimetru se compune din următoarele părți principale :

a) Camera de ionizare, în interiorul căreia se produce ionizarea aerului sub influența radiației.

b) Aparatul de măsură care indică mărimea curentului electric de ionizare.

c) Partea de legătură care unește camera de ionizare cu dispozitivul electric de măsurare.

In construcția dozimetrelor practice, o atenție deosebită trebuie acordată alegerii pereților camerei de ionizare. Aci, spre deosebire de camera normală, unde volumul de ionizare era limitat chiar de fascicol, o parte din electroni sînt smulși din pereți. Materialul și grosimea pereților se aleg astfel, încît electronii care ating electrodul de măsurare, fără să-și fi pierdut întreaga lor energie în procesul de ionizare să fie completați cu electroni proveniți din pereții camerei. O astfel de condiție este greu îndeplinită pentru un interval spectral mare. Practica arată că această compensație este realizată aproximativ, cînd materialul pereților este echivalent cu aerul din punctul de vedere al numărului atomic. Grosimea pereților trebuie să fie egală în acest caz cu parcursul electronilor de energie dată în materialul din care sînt construiți. Eroarea maximă admisă în măsurarea dozei este de 5%.

Se cunosc un număr mare de dozimetre utilizate în practică. Vom descrie aci două tipuri : dozimetrul „Mekapion", cu lămpi eletronice, și un dozimetru de buzunar pentru protecția individuală, realizat de autor împreună cu un colectiv al Institutului de Fizică al Academiei R.P.R.

a) *Dozimetrul „Mekapion"*

Dozimetrul „Mekapion" este un aparat cu mecanism de numărare destinat măsurării dozelor integrale. Camera de ionizare este legată de un releu, care se declanșează de fiecare dată cînd este atinsă o valoare determinată a dozei.

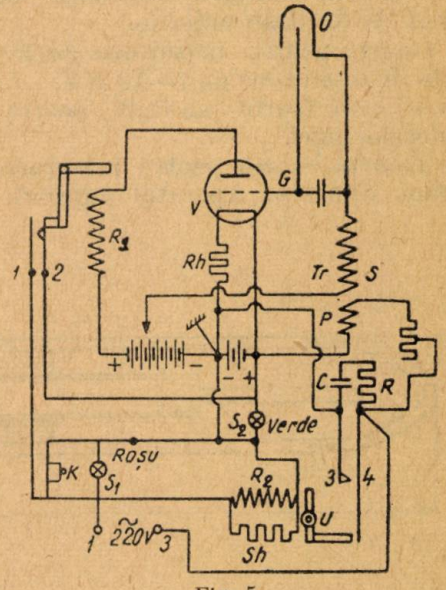


Fig. 5

In fig. 5 se arată schema de principiu. Electrodul interior (*e*) al camerei de ionizare cilindrică O, este legat de grila G a triodei, ambele găsindu-se la un potențial negativ. Transformatorul T_r asigură o tensiune de 1000 V pe

peretele exterior al camerei. Această tensiune este suficientă pentru atingerea curentului de saturație. Cînd aparatul este introdus în circuit, potențialul negativ al grilei G atinge valoarea de aproximativ 150 V. Grila ecranează complet anodul și împiedică stabilirea curentului în circuitul lămpii. La iradierea camerei de ionizare cu raze X, curentul de ionizare ce apare, produce o scădere a potențialului electrodului interior și a grilei G pînă la 90 V. La această valoare a potențialului grilei, curentul anodic devine de 1 m A și poate excita releul R_1 din circuitul anodului lămpii. De partea mobilă a releului R_1 este legat contactul 1—2, care, la excitarea releului, închide circuitul semnalului acustic K, al lămpii cu neon S_1 și al releului electromagnetic R_2, care deplasează rotița dințată U. Săgeata numărătorului de impulsuri se deplasează cu o diviziune a scării gradate. In acest moment se întrerupe contactul 3—4, camera de ionizare se reîncarcă și sistemul revine la starea inițială.

Fiecare act de excitare al aparatului corespunde dozei de $K = 2{,}5\ R$ (K este constanta aparatului). Puterea dozei se calculează înregistrînd numărul N de impulsuri pe minut.

$$P = KN\ R/min$$

Doza se calculează numărînd impulsurile dintr-un interval de timp dat și înmulțind cu constanta aparatului.

Lampa cu neon S_2, se aprinde cînd aparatul este introdus în circuitul unui curent alternativ de 220 V.

Dozimetrul „Mekapion" este dotat cu o garnitură de camere de ionizare care cuprinde:

a) o cameră normală destinată măsurării razelor X de duritate mijlocie.

b) o cameră pentru măsurarea razelor X moi generate de o tensiune de 7—12 KV.

c) o cameră foarte sensibilă, pentru măsurarea dozelor mici.

d) o cameră sferică pentru măsurarea dozei radiațiilor difuzate. Aparatul cuprinde și un control cu un preparat radioactiv, cu o sensibilitate de $5R$ pe impuls.

Principalul neajuns al acestui dozimetru, îl constituie dependența constantei sale de tensiunea din circuit care nu este stabilizată.

b. *Dozimetru de buzunar.*

In practica de laborator cu raze X și substanțe radioactive, se utilizează din ce în ce mai mult, dozimetrele de buzunar destinate măsurării dozei de radiații primite de organismul uman. Radiațiile X și γ au efecte dăunătoare asupra organismului. Doza maximă admisă, este de 0,05 R într-o zi de lucru de 8 ore.

In acest scop ne-am propus construirea unui dozimetru de buzunar, după modelul celor utilizate în Uniunea Sovietică pentru măsurarea dozei primite de experimentator în decursul unei ședințe de lucru. Dozimetrul realizat, are forma și mărimea unui stilou obișnuit, după cum se vede din fig. 6. Partea exterioară este constituită dintr-un tub de aluminiu de 1 mm grosime. Camera de ionizare este delimitată de peretele tubului și un cilindru interior de cupru B. Cilindrul interior se termină la un capăt cu un cadru rigid în formă de buclă C, iar la celălalt capăt cu un electrod pentru încărcare E. (fig. 7).

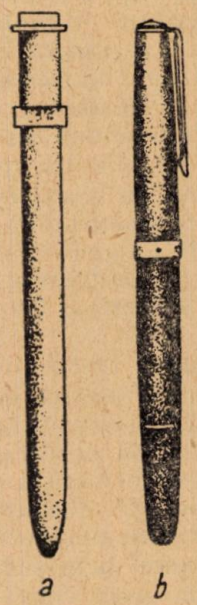


Fig. 6

Un fir de cuarț metalizat F, tot în formă de buclă, este lipit de cadrul rigid. Grosimea firului este de aproximativ 4 microni. Firul de cuarț constituie partea mobilă a dozimetrului și servește ca electrometru la măsurarea curenților de ionizare. Tubul exterior și cel interior, izolați printr-un inel de ebonită D, formează împreună un condensator cilindric. Deviația buclei se observă cu ajutorul unui dispozitiv optic format din lentilele L_1, L_2, L_3, dintre care ultima este gradată. Ocularul L_1 este reglabil. O fereastră dreptunghiulară, tăiată în tubul exterior și acoperită cu o foiță de celofan, permite iluminarea scalei. Incărcarea electrometrului se face cu ajutorul unui baston de ebonită electrizat, care se atinge de electrodul E. Dozimetrul rămîne încărcat cîteva zile, timp

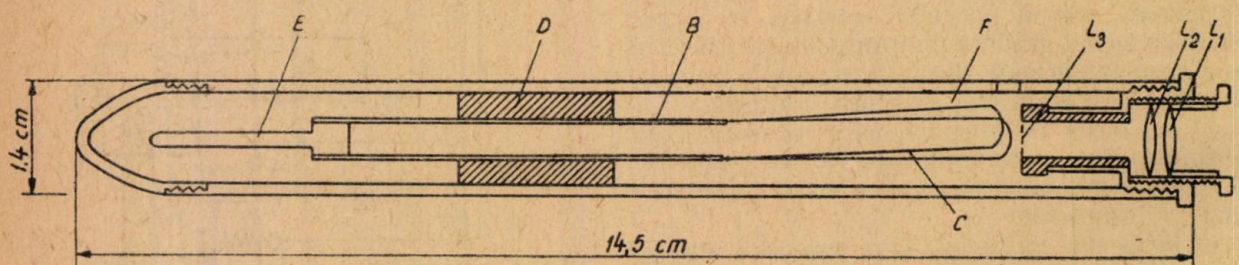


Fig. 7

suficient pentru efectuarea de măsurări în decursul unei zile de lucru.

Nedispunînd de dozimetru cu cameră normală, etalonarea s-a făcut cu ajutorul unei fotocelule cu seleniu și al unui galvanometru, în domeniul razelor X, generate cu o tensiune de 20—60 KV. S-a găsit pentru constanta aparatului $K = 0{,}03$ R, adică devierea buclei de cuarț cu o diviziune, corespunde dozei de 0,03 R. Puterea dozei se obține, împărțind doza obținută la timpul cît aparatul a fost expus razelor X.

Dozimetrul se poartă în buzunarul experimentatorului și măsoară doza primită de acesta în decursul unei ședințe de lucru.

S-a mai construit un dozimetru asemănător, în care însă încărcarea se face mai comod, cu ajutorul unui dispozitiv electrostatic montat la unul din capete, și care constă dintr-un inel de plută și un cilindru de ebonită. Prin rotirea cilindrului de ebonită apar, datorită frecării cu pluta, sarcini electrice care sînt transmise electrometrului.

4. GRADAREA ȘI VERIFICAREA DOZIMETRELOR UZUALE

Dozimetrele practice pot fi utilizate pentru măsurări, numai după ce au fost gradate în prealabil cu ajutorul unei camere normale. In fascicolul de raze X de intensitate constantă (fig. 8), se introduce pe rînd camera de ionizare normală A și camera dozimetrului practic A'. Camera ajutătoare B controlează incontinuu constanța regimului de excitare a razelor X. Se determină în felul acesta constanta dozimetrului și limitele superioare și inferioare a puterii dozei sau a dozei, ce poate fi măsurată cu ajutorul lui.

Verificarea dozimetrelor practice trebuie făcută periodic în mod asemănător. Fără această verificare măsurile efectuate cu astfel de dozimetre pot da rezultate eronate, fapt ce poate

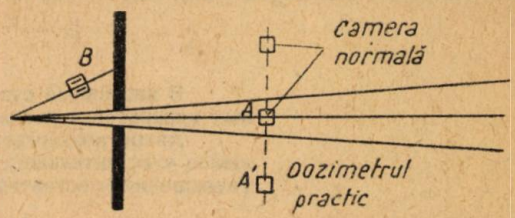


Fig. 8

provoca accidente din cele mai grave pentru operator. Cu ajutorul camerei normale se pot face și diferite alte încercări pentru stabilirea unor caracteristici ale dozimetrului ca: dependența indicațiilor de tensiunea de alimentare și de orientarea camerei în raport cu direcția fasciculului, dependența constantei aparatului de duritatea radiației, stabilitatea indicațiilor, influența temperaturii etc.

Trebuie subliniată în mod deosebit obligația ca fiecare operator cu raze γ sau Röntgen să posede dozimetrul său, cu care să constate în fiecare zi de lucru doza primită, care, după cum am văzut nu trebuie să fie mai mare de 0,05 R într-o zi de lucru. In caz de depășire a acestei valori doza primită devine periculoasă.

De asemenea este la fel de necesar ca Direcția Generală de Metrologie să poată verifica aceste dozimetre uzuale, în care scop va trebui să realizeze fără întîrziere un dozimetru model cu cameră normală pentru radiații Röntgen moi și altul pentru radiații γ și raze Röntgen dure.

SE PRIMESC ABONAMENTE PE ANUL 1956 LA REVISTA
„METROLOGIA APLICATĂ“
CERERILE DE ABONAMENTE ATÎT ALE
INTREPRINDERILOR ȘI INSTITUȚIILOR
CÎT ȘI CELE INDIVIDUALE SE VOR ADRESA:
DIRECȚIA GENERALĂ DE METROLOGIE
STR. ȘTIRBEI VODA Nr. 186 — BUCUREȘTI

Sensibilitatea aparatelor de măsurat

Ing. L. SCHAPIRA

В настоящей статье автор указывает на важность чувствительности измерительных аппаратов и уточняет понятие о чувствительности и о пределе чувствительности. Автор подвергает анализу измерительные аппараты с постоянной и с изменяющейся чувствительностью и дает некоторые указания о возможностях увеличения или уменьшения чувствительности измерительных аппаратов.

★

L'auteur insiste sur l'importance de la sensibilité des instruments de mesure, en précisant les notions de sensibilité et de seuil de sensibilité.

Il analyse les instruments de mesure à sensibilité constante et ceux à sensibilité variable. En conclusions, on trouve quelques indications relatives aux possiibilités d'accroissement ou de diminution de la sensibilité des instruments de mesure.

Unul din factorii cei mai importanți, în operațiile de măsurare, îl constituie aparatele de măsurat. In funcție de modul cum s-a făcut alegerea aparatelor de măsurat se va putea avea mai multă sau mai puțină încredere în rezultatele obținute.

Nu se poate face o alegere corespunzătoare a unor aparate de măsurat fără a se cunoaște în amănunt caracteristicile acestora.

Aceste caracteristici însumează toate particularitățile de construcție și de funcționare, condiționînd în final atribuirea de valori mărimilor măsurate; aceste caracteristici asigură deci calitatea rezultatelor obținute în măsurare.

Una din aceste caracteristici importante este **sensibilitatea.**

Se spune în mod obișnuit că un aparat este cu atît mai sensibil cu cît unei variații mici a mărimii măsurate îi corespunde o deplasare mai importantă a unui indice. Astfel, sensibilitatea este exprimată prin raportul dintre deplasarea indicelui și variația mărimii de măsurat căreia îi corespunde această deplasare. Cu alte cuvinte ea exprimă un raport între un „efect" (deplasarea indicelui) și o „cauză" (variația mărimii).

Pentru determinarea sensibilității, variația mărimii măsurate este necesar să fie suficient de mare, pentru a putea provoca o deplasare perceptibilă a indicelui. In același timp această variație nu trebuie să depășească o anumită valoare, în limitele căreia sensibilitatea să poată fi considerată constantă.

Sensibilitatea medie a aparatului S_m, într-un interval oarecare M, este exprimată prin variația mărimii geometrice L, în funcție de mărimea M, în intervalul considerat.

$$S_m = \frac{\Delta L}{\Delta M} \qquad (1)$$

Sensibilitatea aparatului pentru o valoare oarecare dată M, este definită ca limita sensibilității medii, cînd intervalul ΔM tinde către zero. Cu alte cuvinte ea este derivata lui L în raport cu M adică,

$$S = \frac{dL}{dM} \qquad (2)$$

Dacă la determinarea sensibilității se vor micșora treptat variațiile mărimii măsurate, la un moment dat nu se mai observă deplasarea indicelui. Acest lucru se poate întîmpla bineînțeles la aparate la care indicele este legat de o parte mobilă care se deplasează cu frecări, sau are un mers în gol.

In acest caz, determinarea sensibilității după formula (2) conduce la valoarea zero și deci relația își pierde orice semnificație.

Apare astfel noțiunea de **prag al sensibilității**, care este exprimată prin cea mai mică variație a mărimii măsurate care produce o deplasare perceptibilă a indicelui.

Interpretarea grafică a acestui fapt este dată în fig. 1.

Se observă astfel cum în locul alurei normale a curbei, în punctul p_s se formează un palier orizontal. Lungimea acestui palier servește drept măsură pentru pragul de sensibilitate și este egală cu dM.

De îndată ce frecarea, sau mersul în gol al părții materiale solidară cu indicele, este învinsă, curba se ridică brusc, pentru ca apoi să-și recapete alura normală.

Pragul sensibilității caracterizează astfel modul în care reacționează aparatul, la cele mai mici variații ale mărimii măsurate, determinînd în felul acesta domeniul de utilizare al aparatelor.

Astfel, controlul bătăii pieselor sau al abaterilor de la paralelism necesită utilizarea unor

aparate de măsurat cu un prag de sensibilitate de nivel corespunzător.

La contoare, pentru valorile mici ale lui M, pragului de sensibilitate îi corespunde **sarcina de pornire**, adică valoarea sarcinii (debitul la

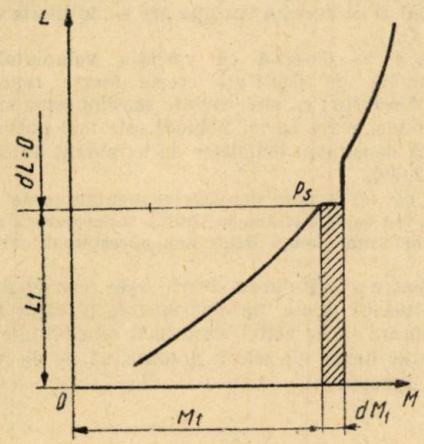


Fig. 1

un apometru) sub care sistemul totalizator începe să intre în funcțiune.

Intr-adevăr, la aceste aparate, mărimea de măsurat variază în mod continuu și deci noțiunea de sensibilitate, în sensul definit mai sus, nu poate fi determinată.

In acest caz, practic se înțelege prin sensibilitate de fapt pragul de sensibilitate, respectiv sarcina de pornire.

Astfel, determinarea sensibilității unui contor de apă se face lăsînd să treacă prin contor un anumit debit, care reprezintă sarcina de pornire. (2% din debitul caracteristic pentru contoarele de viteză și 1% pentru cele de volum). In această situație, contorul trebuie să înceapă să înregistreze, respectiv acul indicator al cifrei de cel mai mic ordin trebuie să funcționeze.

Din punct de vedere al sensibilității, aparatele de măsurat se pot împărți în două categorii distincte: **cu sensibilitate constantă și cu sensibilitate variabilă.**

Aparatele cu sensibilitate constantă se obțin atunci cînd relația dintre mărimea de măsurat și cea reperată, care a servit la gradarea aparatului, este de formă liniară. In acest caz indicațiile aparatului sînt simplu proporționale.

De exemplu, la un termometru cu gaz sub volum constant presiunea din rezervorul cu gaz este legată de temperatură prin relația:

$$p = p_0 (1 + \beta t) \tag{3}$$

în care:

$$\beta = \text{coeficientul termometric} = \frac{p100 - p_0}{100\, p_0}$$

p_0 și p_{100} = presiunile din rezervor la O°C, respectiv 100°C.

Sensibilitatea termometrului este dată de relația:

$$S = \frac{dh_0}{dt} \tag{4}$$

în care:

h_0 = înălțimea coloanei de mercur la O°C

Presiunea exercitată de această coloană este:

$$p = h_0 \rho_0 g \tag{5}$$

în care:

ρ_0 = masa specifică a mercurului

g = accelerația gravității

Dacă în relația (4) se face un mic artificiu, înlocuind apoi cu derivatele relațiilor (3) și (5), se obține:

$$S = \frac{dh_0}{dt} = \frac{dh_0}{dp} \cdot \frac{dp}{dt} = \frac{1}{\rho_0 g} \cdot p_0 \beta \tag{6}$$

Se observă că sensibilitatea în acest caz este independentă de temperatură.

Nu același lucru se va întîmpla însă la un termometru cu gaz sub presiune constantă.

La aceste termometre variațiile de temperatură sînt măsurate prin variațiile corespunzătoare de volum ale gazului utilizat drept corp termometric.

Dacă la O°C gazul ocupă volumul constant V_0 al rezervorului respectiv, la temperatura t_1 ce urmează a fi măsurată gazul va avea volumul V_{t1}, mai mare decît volumul V_0. Din această cauză o parte din masa gazului va pleca din rezervor, ocupînd, la temperatura t_2 a mediului ambiant, un volum V_{t2}.

Volumul V_{t2} este în funcție de temperatura măsurată t_1 și variațiile lui vor servi la măsurarea propriu zisă a temperaturii respective.

Dacă se consideră că dilatarea rezervorului față de a gazului este neglijabilă și că volumul V_0 este de fapt suma volumelor pe care le-ar ocupa la O°C masele de gaz, care la temperatura t_1 ocupă volumul V_0 și la temperatura t_2, volumul V_{t2} se obține:

$$V_0 = \frac{V_0}{1 + \alpha t_1} + \frac{V_{t2}}{1 + \alpha t_2} \tag{7}$$

De unde:

$$Vt_2 = V_0\, \alpha(1 + \alpha t_2) \cdot \frac{t_1}{1 + \alpha t_1} \tag{8}$$

iar sensibilitatea va fi:

$$S = \frac{dV_{t2}}{dt} = \frac{V_0 \alpha (1 + \alpha t_2)}{(1 + \alpha t_1)^2} = \frac{K}{(1 + \alpha t_1)^2} \tag{9}$$

în care:

K = constant

Se remarcă că în acest caz, sensibilitatea nu mai este constantă, ci ea variază în raport invers cu pătratul binomului de dilatație.

Datorită acestui fapt se explică motivul pentru care a fost preferat termometrul cu gaz sub volum constant, pentru definirea scării internaționale de temperatură.

Aparatele cu sensibilitate variabilă rezultă, atunci cînd relația care a servit la gradarea aparatului nu are o formă liniară. Sensibilitatea devine o mărime variabilă care depinde de mărimea de măsurat.

In acest caz sensibilitatea se poate determina fie pe cale algebrică, dacă este cunoscută relația de mai sus, fie pe cale grafică.

Sensibilitatea variază în tot lungul scării gradate, ceea ce poate duce la diferențe mari între sensibilitatea corespunzătoare începutului și sfîrșitului scării gradate. Pentru a remedia parțial acest lucru, se procedează fie la limitarea scării gradate, fie acționînd asupra aparatului prin reglaj sau prin impunerea anumitor condiții de construcție.

Un exemplu ilustrativ de sensibilitate variabilă îl furnizează balanțele.

Intr-adevăr este bine cunoscut faptul că sensibilitatea la o balanță este o mărime ce variază cu sarcina pusă pe talere. Deoarece explicația acestui fapt a fost tratată pe larg într-un articol din revista „Metrologia Aplicată" Nr. 9 din 1955, nu se va mai insista asupra lui.

Trebuie menționat însă că, în cazul general al balanțelor, s-a convenit să se dea denumirea de **sensibilitate practică** pentru valoarea inversă a sensibilității.

BUDAPESTI MUSZAKI KÖZPONTI KÖNYVTÁRA EGYETEM 1848

În acest caz avem

$$S' = \frac{1}{S} = \frac{dM}{dL} \qquad (10)$$

Dacă deplasarea acului indicator se reduce la o diviziune, ceea ce este uşor de reperat, sensibilitatea practică corespunde sarcinii care deplasează acul indicator cu o diviziune şi se exprimă în g/diviziune sau mg/diviziune.

În felul acesta, cunoscînd curba de sensibilitate practică pentru diferite sarcini, se poate afla valoarea diviziunii de pe scară, în unităţi de masă, se pot obţine mai expeditiv rezultatele unei cîntăriri (fig. 2). Trebuie menţionat că, pentru balanţe **sensibilitatea practică** liniară este prescrisă prin instrucţiunile de verificare ale Direcţiei Generale de Metrologie.

Astfel, prin adăugarea la diferite sarcini, a unei suprasarcini prescrise, vîrful unui arătător mobil trebuie să se deplaseze cu o distanţă prescrisă. Se menţionează că în cazul bas-

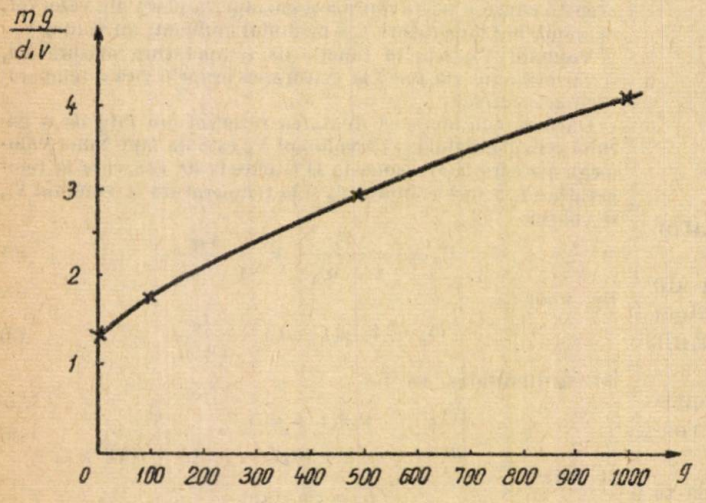


Fig. 2

culelor zecimale, romane etc. este vorba neapărat de deplasarea poziţiei de echilibru şi nu de un impuls.

Dacă se consideră cazul unui densimetru pentru determinarea densităţii lichidelor mai grele decît apa, conform principiului lui Arhimede greutatea G a densimetrului va fi:

$$G = V \cdot \delta \qquad (11)$$

în care:

V = volumul părţii cufundate a densimetrului
δ = densitatea lichidului respectiv

Din figura 3 reiese:

$$V = V_c + V_t \qquad (12)$$

în care:

V_c = volumul corpului
V_t = volumul tijei

iar

$$V_t = l.s \qquad (3)$$

în care:

l = lungimea tijei cufundate în lichid, măsurată de la reperul iniţial al scării gradate
s = secţiunea tijei

Deci

$$G = (V_c + ls)\delta \qquad (14)$$

$$l = \frac{G - V_c\delta}{s\delta} = \frac{G}{s} \cdot \frac{1}{\delta} - \frac{V_c}{s} \qquad (15)$$

Deoarece $\frac{G}{s} = k$ = constant şi $\frac{V_c}{s} = k'$ = constant

rezultă:

$$l = \frac{k}{\delta} - k' \qquad (16)$$

Aceasta fiind relaţia de gradare a densimetrului sensibilitatea va fi:

$$s = \frac{dl}{d\delta} = \frac{-k}{\delta^2} \qquad (17)$$

Se remarcă deci că sensibilitatea unui densimetru variază invers proporţional cu pătratul densităţii lichidului în care este cufundat şi că această variaţie are loc în limite destul de largi (fig. 4).

În figura 4 se observă că variaţia volumului cufundat în funcţie de densitate creşte foarte repede cînd densitatea descreşte; cu alte cuvinte sensibilitatea aparatului este cu atît mai mare cu cît lichidul este mai puţin dens.

Se ştie că densitatea lichidelor de uz curent variază între 0,600 şi 2,000.

Rezultă că un singur densimetru pentru toate lichidele uzuale ar avea sensibilitatea la limita superioară a scării, de circa 11 ori mai mică decît cea corespunzătoare limitei inferioare.

Pentru a evita acest lucru este convenabil să se alcătuiască truse de densimetre, a căror limite de măsurare să fie astfel alese încît sensibilitatea pentru valorile limite ale scării gradate, să fie de valori cît mai apropiate.

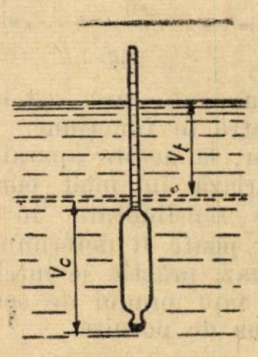


Fig. 3

S-a arătat la începutul acestui articol că un aparat este considerat cu atît mai sensibil cu cît la o slabă variaţie ΔM a mărimii de măsurat corespunde o variaţie mai importantă ΔL a mărimii de reper.

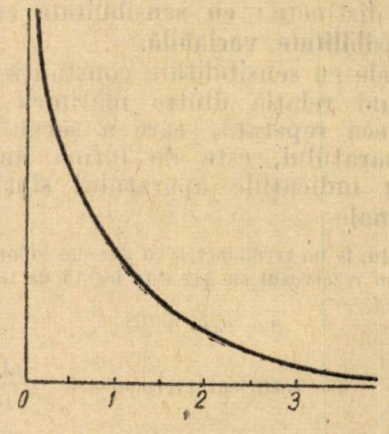


Fig. 4

Prin creşterea sensibilităţii la un aparat de măsurat, pot fi deci constatate variaţii din ce în ce mai mici a mărimii de măsurat, ceeace atrage o creştere a preciziei de determinare.

Mărirea sensibilităţii unui aparat de măsurat poate fi obţinut fie pe **cale constructivă**, fie printr-o **amplificare** convenabilă.

Astfel, pentru a mări sensibilitatea unui manometru cu coloană cu lichid, se vor întrebuința lichide de densități din ce în ce mai mici și, pentru a amplifica indicația, se va înclina de un unghi oarecare una din ramurile manometrului.

Mărirea sensibilității la un galvanometru cu cadru mobil se poate obține prin alegerea unor magneți puternici, prin mărirea cadrului și prin alegerea unui fir de suspensie cu o constantă de torsiune mică.

Sensibilitatea determinărilor care se fac cu acest galvanometru poate fi mărită la rîndul său printr-un dispozitiv de amplificare care multiplică cu un factor constant sensibilitatea proprie a aparatului, care rămîne nemodificată.

Astfel, este bine cunoscuta metodă a lui Poggendorf, prin care deviațiile echipajului mobil al galvanometrului sînt urmărite cu ajutorul unui spot luminos, pe o riglă din sticlă translucidă situată la o distanță oarecare.

Cînd cadrul mobil este străbătut de un curent i, cuplul electromagnetic produs, provoacă rotirea acestuia de un unghiu φ.

Deplasarea spotului luminos în acest caz va fi.

$$h = l \operatorname{tg} 2\varphi \simeq 2\varphi . l \qquad (18)$$

în care

φ = unghiul de rotire al oglinzii
l = distanța de la riglă la oglinda purtată de cadrul mobil.

Sensibilitatea determinării va fi, în acest caz:

$$S = \frac{dh}{di} = \frac{dh}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{di} = 2\, l \frac{d\varphi}{di} \qquad (19)$$

Se remarcă deci că sensibilitatea, în acest caz, este egală cu produsul dintre sensibilitatea proprie a aparatului și cea a montajului respectiv.

Iată de ce este necesar ca la compararea sensibilității aparatelor de măsurat, să se creeze condiții identice de determinare.

Pentru aparatele de felul celor de mai sus, este necesar să se arate care este distanța dela scară la oglindă, deoarece cu cît aceasta este mai mare cu atît deplasarea spotului pe riglă este mai mare pentru un același unghi de rotire a oglinzii.

Din acest motiv condițiile pentru determinarea sensibilității sînt stabilite prin standarde, instrucțiuni sau norme privitoare la aparatele de măsurat.

Astfel de exemplu în standardul sovietic OST 7656 „Aparate de măsurat electrice" — terminologie, se definește sensibilitatea galvanometrului cu oglindă ca fiind deplasarea unui spot luminos, evaluată în milimetri, pe o scară gradată situată la distanța de 1 m de oglindă, cînd prin galvanometru trece un curent de 1 amper.

In mod asemănător sensibilitatea determinării la o balanță cu brațe egale poate fi mărită cu ajutorul citirii prin proecție.

In cazul aparatelor de măsurat cu amplificare, sensibilitatea se confundă cu raportul de amplificare.

In situația aparatelor folosite la măsurarea lungimilor cînd atît deplasarea indicelui cît și variația mărimii măsurate se exprimă în unități de lungime, sensibilitatea ar părea că este exprimată printr-un număr fără dimensiuni.

In acest caz sensibilitatea se exprimă în milimetri pe micron sau în divizuiuni pe milimetru.

Astfel, de exemplu, la un comparator cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01 mm și la care raportul de amplificare este 100, sensibilitatea va fi exprimată prin raportul 1 mm/10μ sau 1 div/0,01 mm.

Tot în cazul aparatelor prevăzute cu scară, sensibilitatea poate fi exprimată prin raportul dintre diviziune și valoarea diviziunii.

Astfel avem:

$$S = \frac{\text{diviziune}}{\text{valoarea diviziunii}} \qquad (20)$$

Este evident că cu cît valoarea diviziunii este mai mare cu atît sensibilitatea este mai mică și invers.

Deasemeni tot din relația (20) reiese că la un aparat cu sensibilitatea variabilă, diviziunile nu sînt echidistante, cînd valoarea diviziunii este constantă.

Mărirea sensibilității impune, desigur, luarea de precauții speciale la utilizarea aparatelor respective, căci variații mici ale mărimii măsurate pot provoca deplasări importante ale indicelui, care poate ieși în felul acesta din limitele scării. O depășire a limitei de măsurare în cazul unui aparat sensibil, poate provoca o deviație remanentă față de poziția inițială de echilibru.

Deasemeni o sensibilitate exagerată face adesea ca lecturile să fie făcute într-un timp lung și deci să devină obositoare.

Astfel se poate mări mult sensibilitatea unei balanțe prin micșorarea distanței dintre centrul de greutate și axa de oscilație conform relației:

$$S = \frac{l}{G.d} \qquad (21)$$

în care:

d = distanța dintre centrul de greutate și axa de oscilație
G = greutatea pîrghiei
l = lungimea unui braț de pîrghie

Perioada de oscilație a balanței este exprimată prin relația

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{Gd}}$$

în care:

I = momentul de inerție a pîrghiei

Se observă că prin micșorarea lui „d", perioada de oscilație se mărește și ea.

Astfel balanțele, cu sensibilitatea de ordinul a 0,1 mg, sînt în așa fel construite încît perioada de oscilație să nu depășească cîteva secunde. In mod obișnuit aceste balanțe sînt prevăzute cu amortizoare care permit o lectură și mai rapidă.

Uneori este nevoie ca la aparatele care sînt prea sensibile să se reducă din această sensibilitate; în felul acesta se elimină deficiențele arătate, adică deviațiile remanente ale acului indicator, lipsa de fidelitate, limitele de măsurare restrînse etc.

Reducerea sensibilității se obține prin utilizarea unor dispozitive corespunzătoare care permit ca numai o parte din mărimea de măsurat să acționeze asupra aparatului de măsurat respectiv.

Astfel se poate reduce mult sensibilitatea unui galvanometru, utilizat la măsurare într-o punte, prin legarea, la bornele sale, a unei rezistențe (shunt). Aceasta are scopul de a micșora curentul care circulă prin cadrul galvanometrului, astfel ca deviațiile cadrului să devină mai mici iar posibilitățile creării unei deviații remanente să fie micșorate.

Numai atunci cînd echilibrul punții este pe cale de a fi obținut, se mărește rezistența shuntului, mărindu-se în felul acesta și sensibilitatea.

In concluzie, din cele arătate reiese clar că sensibilitatea reprezintă una din calitățile esențiale ale unui aparat de măsurat.

Deaceea această calitate trebuie analizată temeinic pentru a fi bine stăpînită deoarece după cum o sensibilitate redusă are inconvenientele ei, tot așa o sensibilitate exagerată poate duce la alte inconveniente.

O utilizare judicioasă a aparatelor de măsurat presupune neapărat cunoașterea sensibilității lor.

Măsurarea temperaturii bolții la cuptoarele Martin

Ing. C. CAȚIGHERA
Combinatul siderugic „Gh. Gheorghiu-Dej" — Hunedoara

В статье излагается практический метод измерения температуры свода мартеновских печей при помощи пирометра общей иррадиации.

Автор излагает преимущества оптимального термического режима, которые могут быть получены как с теоретической, так и с практической точки зрения в результате этих измерений, предупреждая таким образом напряжения, которое создается в своде при его резком охлаждении.

★

L'auteur présente une méthode pratique pour la mesure de la température de la voûte des fours Martin, à l'aide du pyromètre à radiation totale.

A la suite des mesures exécutées d'après cette méthode, on peut obtenir un régime thermique théoriquement et pratiquement optime. L'auteur met en évidence les avantages d'un régime, et notament la possibilité de prévenir les tensions qui apparaissent dans la voûte à son brusque refroidissement.

Automatizarea constituie una dintre principalele direcții ale progresului tehnic în industria socialistă, determinînd creșterea covîrșitoare a productivității muncii, precum și îmbunătățirea radicală a altor indici tehnici și economici de bază ai producției.

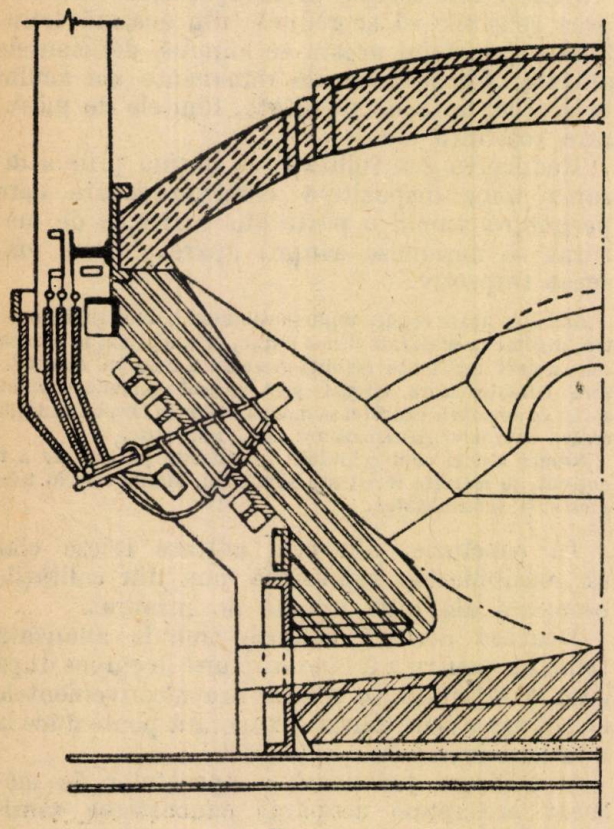


Fig. 1

În domeniul termotehnicii, folosirea automatizării duce la realizarea proceselor termotehnice în condiții optime, mărește productivitatea cuptoarelor și reduce consumul specific de combustibil.

Astfel, reglarea automată în secțiile de oțelărie, mărește productivitatea cu 7—10%, scade consumul de combustibil cu circa 15% și mărește durata de exploatare.

Pentru crearea de noi tipuri de aparate de reglare automată și introducerea lor cu succes în secțiile de oțelărie, specialiștii sovietici Jurii F. Koștial, P. M. Maslovski, C. C. Gudovșcikov, Ia. A. Sneerov, ș.a. au primit premiul Stalin.

Actualmente, în R.P.R. munca de automatizare a agregatelor principale este în plină desfășurare la marile combinate metalurgice. Astfel la Combinatul Siderurgic „Gh. Gheorghiu-Dej" această problemă a devenit o serioasă preocupare.

Călăuziți de rezultatele practicii sovietice, în Combinatul nostru s-a realizat montarea unui pirometru cu radiație totală (ardometru) pentru vizarea temperaturii bolții unui cuptor Simens-Martin, în secția de oțelărie.

S-a pornit de la principiul că măsurarea corectă, cu ajutorul pirometrelor cu radiație totală, este posibilă numai în cazul vizării unui obiect de culoare apropiată de corpul negru absolut. În cazul de față, măsurările s-au făcut (fig. 1), vizînd capătul bolții prin peretele posterior al cuptorului.

Construcţia pirometrului cu radiaţie totală, cu ajutorul căruia s-au făcut măsurările, este următoarea (fig. 2) :

1. Corpul lunetei ;

2. Obiectivul, care concentrează asupra pilei termoelectrice totalitatea energiei radiate de sursa a cărei temperatură se măsoară.

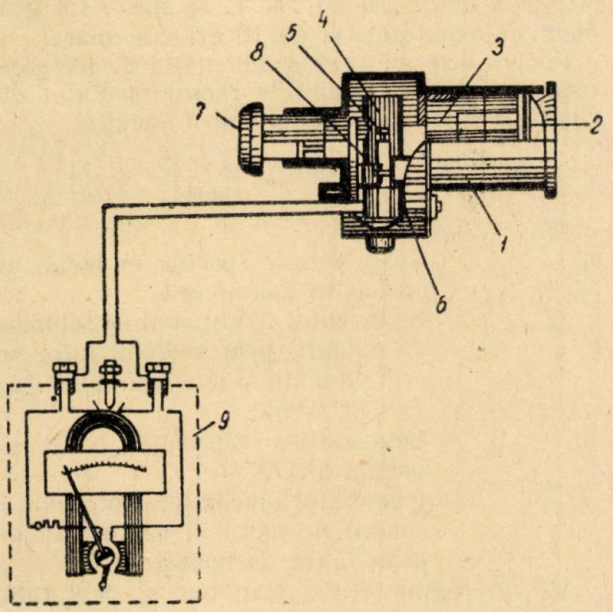


Fig. 2

3. Diafragma, care limitează cîmpul vizat, prin îngrădirea fascicolului de raze ce cad pe pila termoelectrică ;

4. Balonul de sticlă ;

5. Pila termoelectrică (capătul util) ;

6. Capetele libere ale pilei termoelectrice ;

7. Ocularul, care permite să se verifice direcţia de vizare, cîmpul şi raportul dintre imaginea sursei şi suprafeţii plăcuţei de platină înegrită, de la pila termoelectrică ;

8. Filtrul (sticla afumată) care se intercalează, la temperaturi ridicate, între ochiul observatorului şi imaginea sursei calde ;

9. Aparatul electric de măsurat (milivoltmetru).

Pila termoelectrică a pirometrului cu radiaţie totală RP (fig. 3) constă din patru termocuple de cromel copel, legate în serie. Termocuplele se confecţionează din conductori cu diametru mai mic de 0,007 mm. Capetele „calde" (de lucru) ale conductorilor sînt sudate pe foiţe de platină înegrită şi sînt montate în cruce. Capetele „reci" (libere) ale pilei termoelectrice sînt fixate rigid pe o plăcuţă de mică „A" şi aşezate la distanţe apreciabile de regiunea acoperită de imaginea sursei. Placa de mică are o tăietură rotundă „B" în care sînt aşezate foiţele de platină. Pila termoelectrică a pirometrului este închisă în balonul de sticlă „C", umplut cu aer. Balonul este fixat într-o îmbrăcăminte de cupru înegrită, cu o diafragmă. Conductorii de legătură, fixaţi la capetele libere, sînt scoşi prin soclul balonului, în corpul lunetei. În circuitul pilei termoelectrice este introdus un şunt de cupru cu o rezistenţă de 60 ohmi, care compensează parţial micşorarea forţei electromotoare a pilei termoelectrice, cauzată de încălzirea capetelor libere. Calculul rezistenţei şuntului, pentru compensarea micşorării forţei electromotoare a pilei termoelectrice, pentru o temperatură a sursei de t_1 la o

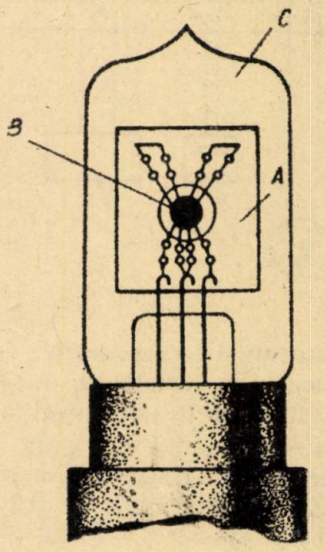


Fig. 3

variaţie a temperaturii capetelor libere de t°C, poate fi făcut după următoarea relaţie :

$$R_m = \frac{\alpha e_1 \, r t \frac{\delta e}{\delta t} - r(1+\alpha t)}{1+\alpha t} \qquad (1)$$

unde : e_1 = forţa electromotoare a pilei termoelectrice pentru temperatura sursei t_1°C ;

$\frac{\delta e}{\delta t}$ = variaţia lui e_1 pentru o variaţie a lui t_1 cu 1°C ;

r = rezistenţa pilei termoelectrice, în Ω ;

α = coeficientul de temperatură al materialului şuntului. Formula dată poate fi dedusă din condiţia $V_1 = V_2$, unde V_1 şi V_2 sînt forţele electromotoare ale pilei termoelectrice, dezvoltate la temperatura sursei t_1, iar temperatura capetelor libere t_2, respectiv t_2+t. Deoarece, după relaţia de mai sus, rezistenţa şuntului poate fi calculată numai pentru valori diferite între temperatura capetelor libere şi temperatura sursei de radiaţie, pentru stabilirea rezistenţei şuntului care realizează compensaţia în intervalul dat de temperaturi, este necesar să se meargă pe calea ajustării pe baza

experienței. Această ajustare se face însă numai pe baza unor calcule prealabile.

Aplicarea șuntului nu dă o compensație totală a micșorării forței electromotoare datorită încălzirii capetelor libere. Aceasta se datorește faptului că temperatura șuntului și a capetelor libere nu coincide întocmai. Astfel, pentru pirometrul de radiație RP, variația temperaturii lunetei cu 1°C, între 20°C și 40°C, provoacă schimbarea indicațiilor aparatului cu 0,26°C, la temperatura de 900°C a sursei.

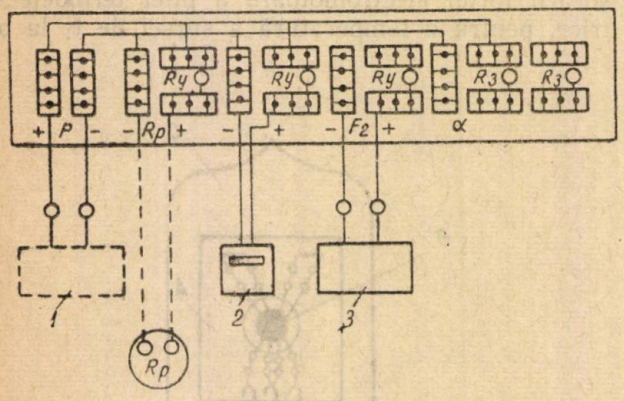


Fig. 4

In circuitul pilei termoelectrice este introdusă de asemenea și o rezistență, a cărei influență se alege astfel, încît tensiunea la clemele lunetei să fie constantă și egală cu 21,8 mV pentru temperatura de 1800°C a sursei, și pentru o rezistență interioară de 0,5 ohmi.

O astfel de ajustare a forței electromotoare a pilei termoelectrice, la aceeași mărime constantă, permite o totală interschimbabilitate a lor.

Distanța focală a obiectivului lunetei este astfel calculată, încît, pentru o distanță de la sursă la aparat egală cu 1 m și un diametru al sursei de 6,5 cm, pila termoelectrică este complet acoperită de imaginea focală a sursei. La fixarea aparatului la o distanță mai mare, acoperirea completă a termoreceptorului de către imaginea sursei vizate are loc numai atunci cînd raportul dintre diametrul suprafeței radiante și distanța de la corpul vizat la lunetă este egală cu minimum 1/16. Numai prin respectarea acestei condiții, toată partea utilă a termoreceptorului se acoperă cu imaginea corpului.

Pirometrul cu radiație totală RP funcționează cu un milivoltmetru și un potențiometru automat. Corpul pirometrului și aparatele de măsurat care funcționează în complexul pirometrului se cuplează la un panou special, a cărui vedere generală este prezentată în fig 4.

Pe panou sînt fixate o serie de rezistențe etalonate, care permit să se creeze în circuitul pilei termoelectrice o rezistență exterioară constantă, astfel că etalonarea pirometrului propriu zis rămîne valabilă, indiferent de tipul și numărul aparatelor care funcționează într-un complex cu ea.

Măsurările făcute arată că bolta cuptorului este încălzită neuniform, atît dealungul axei lungi, cît și dealungul axei scurte a cuptorului. Evitînd această încălzire neuniformă și șocurile de temperatură, se dă posibilitatea lungirii durabilității bolții, deoarece printr-o răcire bruscă a cărămizii cu 100°C se naște un gradient de sens opus și de 10 ori mai mare.

Pentru determinarea gradientului de temperatură în boltă, în condițiile răcirii mediului din cuptorul Martin, se poate folosi ecuația:

$$q_b = \lambda_{grad}\, t = 4{,}9\, \varepsilon_{cond} \left[\left(\frac{T_b}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_c}{100} \right)^4 \right] \qquad (2)$$

unde:

q_b = fluxul termic specific în boltă, exprimat în cal/m² oră.

ε_{cond} = coeficientul condiționat de schimbul de căldură prin radiație între suprafața bolții și mediului din cuptor (se ia 0,85).

T_b = temperatura suprafeței bolții exprimat în °K.

T_c = temperatura mediului cuptorului, în spațiul de lucru al cuptorului, exprimată de asemenea în °K.

La un regim termic staționar al cuptorului, fluxul termic specific în masivul bolții se determină din ecuația:

$$q_b = \frac{t'_b - t''_b}{\sum \frac{\delta}{\lambda} - \frac{1}{\alpha_{ext}}} \qquad (3)$$

unde:

t'_b = temperatura suprafeței interioare a bolții, în spațiul de lucru al cuptorului, în °C.

t''_b = temperatura suprafeței exterioare a bolții în °C.

α_{ext} = coeficient de schimb de căldură între suprafața exterioară a bolții și mediul înconjurător.

$\sum \frac{\delta}{\lambda}$ = rezistența termică a bolții.

δ = grosimea bolții M.

λ = coeficient de conductibilitate termică.

Fluxul termic al unei bolți cromo-magnezită, cu grosime de 300 mm, nu depășește 10.000 cal/m² oră pentru un regim termic staționar în cuptorul Martin, și la o temperatură a suprafeței interioare a bolții de 1750°C; pentru aceste condiții gradientul de temperatură (°C/m) în masivul bolții este: $\text{grad}\, t = \frac{q_b}{\lambda} \cong 4000$

Tensiunea termică ce are loc prin răcirea bruscă a bolții se determină din ecuația:

$$\sigma = S \alpha_0 G_{grad}\, t \text{ kg/cm}^2 \qquad (4)$$

unde:

G = modulul de forfecare kg/cm²; pentru cărămida de cromomagnezită G = 4000—6000 kg/cm²;

α_0 = coeficient de dilatare liniară pentru cărămida de cromomagnezită (8,5-10) 10^{-6} cm/cm² °C;

grad t = gradient de temperatură pe înălțimea cărămidei bolții în °C/cm;

S = dimensiunea suprafeței frontale a cărămidei de boltă, perpendiculară pe direcția fluxului termic în cm;

σ = tensiunea de forfecare a cărămidei, kg/cm².

In afară de tensiunile de forfecare, prin schimbarea temperaturii suprafeței bolții se nasc în cărămidă tensiuni de compresiune și de întindere, care se determină tot cu ajutorul ecuației (4), prin înlocuirea modulului de elasticitate cu cel de întindere.

Din ecuația $E = 4{,}9 \left(\frac{Tb}{100}\right)^4$ cal/m² (dacă se ia fluxul termic la o răcire bruscă 100 mii cal/cm² oră, iar conductibilitatea termică a cărămidei de cromomagnezită cu legături metalice 2,6 cal/m oră °C), se obține din ecuația 4 tensiunea termică în cărămida bolții.

In practică, tensiunile termice care apar în cărămida bolții, kg/cm², sînt de cîteva ori mai mici decît cele teoretice, datorită transformărilor ce au loc în cărămidă la temperatura de 1460—1480°C. Influența foilor de tablă dintre cărămizi, reduce de asemenea, pericolul desfacerii în fîșii a suprafeței de lucru, în perioada inițială a cuptorului.

Desfacerea în fîșii, ce se observă la cărămida de cromomagnezită la o temperatură a suprafeței de lucru de 1480°C, se explică prin gradientul peste măsură de mare în perioada inițială de răcire a bolții.

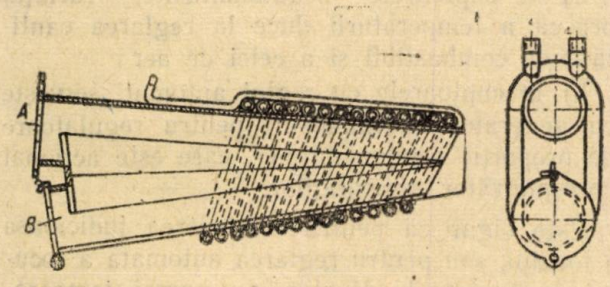


Fig. 5

Ca rezultat al studierii desfacerii în fîșii a cărămidei de cromomagnezită, s-a tras concluzia că aceasta poate fi evitată, numai în urma *menținerii unui regim termic optim.*

In oțelăria noastră s-a combătut cu succes răcirea bruscă a suprafeței bolții în perioada de elaborare a șarjei și în timpul turnării fontei, prin următoarele metode:

a) Prin ajustarea cuptorului după elaborarea șarjei;

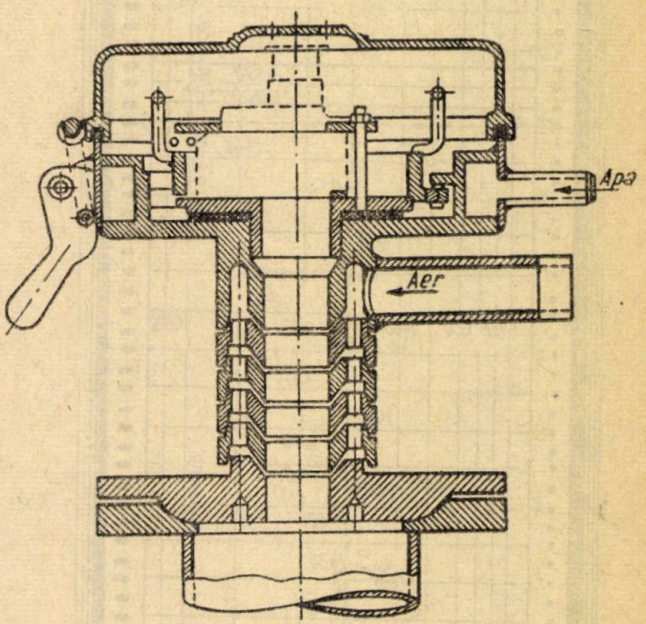


Fig. 6

b) Prin turnarea atentă a fontei și deschiderea concomitentă a unei uși.

★

Montarea pirometrului de supraveghere a necesitat o deosebită atenție, din două motive:

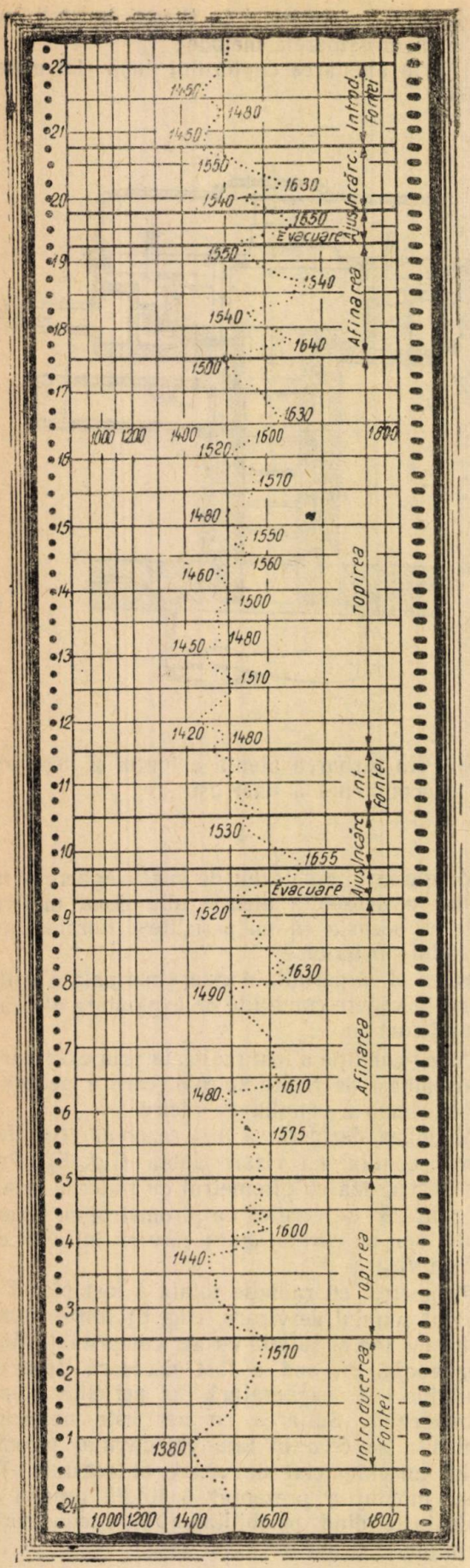
a) ca aceasta să nu pericliteze durabilitatea peretelui posterior.

b) ca el să permită o vizare normală a bolții, avînd în vedere condițiile de exploatare ale cuptorului Martin.

Prima condiție a fost realizată prin executarea unei cămăși de răcire spirală, care a permis o izolare bună a conului de răcire.

Al doilea deziderat a fost rezolvat prin efectuarea conului cu vizare dublă (fig. 5). Prin „A" se vizează cu pirometrul cu radiație totală, iar prin „B" se verifică cu pirometrul cu termocuplu, sau se curăță sgura care ar intra în conul de vizare.

Pirometrul cu radiație totală a fost plasat la capătul conului de vizare, (fig. 6) într-o manta răcită cu apă și suflată cu aer comprimat. Mantaua răcită cu apă a fost necesară deoarece condițiile de temperatură ar periclita starea pirometrului. Suflarea cu aer este necesară, pentru a se crea în fața obiectivului pirometrului un cîmp clar de vizare al acestuia. Tot acest montaj a prezentat o totală reușită în exploatare, dînd posibilitatea unei construcții cu mijloace proprii.



Pirometrul cu radiaţie totală a fost legat cu un milivoltmetru indicator şi cu un milivoltmetru înregistrator. Din diagramele obţinute, se poate vedea :

1. Variaţia temperaturii la capătul bolţii, între 1450°—1650°C. Deoarece aparatul vizează capătul drept al bolţii, se poate vedea din diagramă că maximele de temperatură se obţin cînd focul funcţionează de la stînga la dreapta, iar minimele, cînd focul funcţionează invers.

2. Deoarece direcţia fluxului de aer din canalele verticale este tangentă la porţiunea vizată de aparat, se produc uneori înregistrări de temperatură în sens invers, cu o diferenţă între 50°C şi 200°C. Aceasta atrage atenţia asupra gradientului de temperatură ce se naşte în cărămidă, care duce la scurtarea durabilităţii bolţii respective în aceea zonă. De asemeni aceasta arată că viteza fluxului de aer este mai mare decît cea admisă (1—1,25m/s.).

Din măsurări se poate constata influenţa fazelor de elaborare a şarjei asupra variaţiei de temperatură la boltă, subîmpărţirea pe faze fiind indicată în diagramă.

Experienţele întreprinse pentru măsurarea eficace a temperaturii bolţii cuptoarelor Martin, cu ajutorul pirometrului cu radiaţie totală RP, denumit uneori „Ardometru", se leagă în acelaşi timp de automatizarea reglării focului. În afară de funcţiile pe care le are ca simplu aparat de măsurat, acelea de a indica şi de a înregistra temperaturile momentane ale suprafeţei interioare a bolţii, pirometrul cu radiaţie totală de mai sus este unul din elementele importante pentru o justă conducere a focului, servind, după caz :

a) la cuptoarele neautomatizate, variaţia bruscă a temperaturii duce la reglarea cantităţii de combustibil şi a celei de aer ;

b) la cuptoarele cu reglaj automat, serveşte ca generator de impulsuri pentru regulatoare de proporţie combustibil-aer, care este acţionat corespunzător necesităţilor.

Este sigur că pentru conducerea judicioasă a focului, sau pentru reglarea automată a focului la cuptoarele Martin, nu numai temperatura bolţii este cea care intervine, ci încă o serie de temperaturi în canalele de intrare, în camerele recuperatoare, etc.

Măsurile expuse mai sus, realizate cu mijloace existente, evită direct arderile de bolţi, duc la micşorarea consumului specific de combustibil şi la o productivitate sporită a cuptoarelor Martin.

Caracteristicile lentilelor de ochelari și metode pentru determinarea lor

Ing. AL. MOGA

В целях избежания отсутствия соответствия и разноречивости в связи с разрешением вопроса о методах исправления недостатков зрения, в настоящей статье дается определение характеристики стекол для очков. После обзора различных типов стекол для очков излагаются методы и аппараты применяемые в цехах, коммерческих лабораториях и в торговле, необходимые для определения этой характеристики.

★

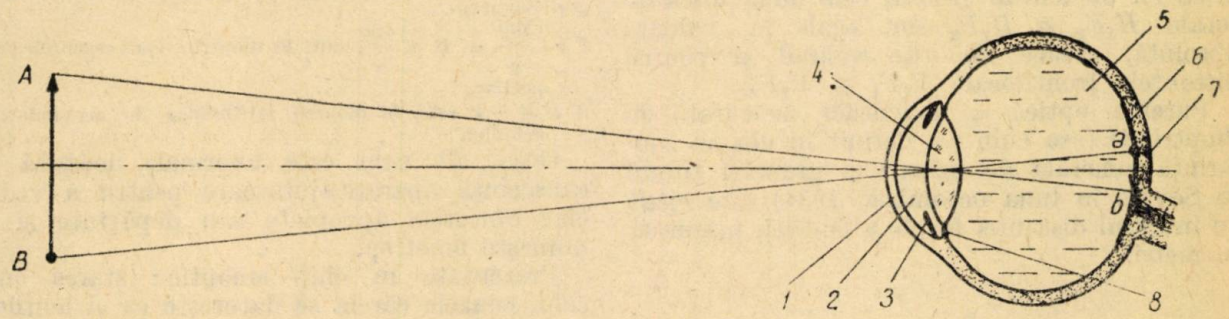
L'auteur commence par définir les caractéristique des lentilles des lunettes, en vue d'éviter les confusions possibles en ce qui concerne le problème de la correction des défauts de la vue.

Après avoir passé en revue différents types de lentilles, il indique les méthodes et l'appareillage — d'atelier, de laboratoire et comercial — nécessaire à la détermination de ces caractéristiques.

Atît structura optică a ochiului omenesc, cît și fenomenul vederii, sînt bine studiate și cunoscute.

Rezultatele numeroaselor măsurări, făcute cu aparate adecvate, oftalmometre, au condus la următoarele **valori medii**, care definesc așa zisul **ochi schematic** (fig. 1).

Puterea optică, în dioptrii	58,64	70,57
Distanța **pct. principal obiect**	1,348	1,772
Distanța **pct. principal imagine**	1,602	2,086
Distanța **focarului obiect**	— 15,707	—12,397
Distanța **focarului imagine**	24,387	21,016
Distanța **focală obiect**	— 17,055	— 14,169
Distanța **focală imagine**	22,785	18,930
Distanța pînă la **pct. proximum**		— 102,3



A B = obiectul
1 = corneea transparentă
2 = humoarea apoasă
3 = irisul
4 = cristalinul
a b = imaginea
5 = humoarea sticloasă
6 = retina
7 = scleroza
8 = mușchii ciliari

Fig. 1

		In repaos (vedere la infinit) pct. **remotum**	Acomodare maximă (vedere aproape) pct. **proximum**
Ihdici de refracție	cornee	1,376	
	humoare apoasă și sticloasă	1,336	
	cristalin	1,386	
Distanța de la vîrful corneei mm	Pct. anterior cornee	0	
	Pct. posterior cornee	0,5	
	Pct. anterior cristalin	3,6	3,2
	Pct. posterior cristalin	7,2	
Raze de curbură ale suprafețelor mm	Fața anterioară cornee	7,7	
	„ posterioară cornee	6,8	
	„ anterioară cristalin	10	5,33
	„ posterioară cristalin	— 6	5,33

Toate cifrele de mai sus sînt stabilite considerînd sistemul optic al ochiului, cristalinul, ca o lentilă biconvexă, groasă, ale cărei caractersitici, necesare atît pentru ochi cît și pentru lentilele de corecție, sînt după cum se știe, următoarele : (fig. 2).

R_1 raza fetei anterioare (+)
R_2 „ „ posterioare (—)
V_1 vîrful anterior
V_2 vîrful posterior
H_1 punctul principal obiect
H_2 „ „ imagine
F_1 focarul obiect
F_2 „ imagine
$H_1F_1 = f$ distanța focală obiect (—)
$H_2F_2 = f$ „ „ imagine (+)
$V_1F_1 = f_1v$ „ frontifocală obiect (—)
$V_2F_2 = f_2v$ „ „ imagine (+)
e grosimea lentilei la centru
n indicele de refracție al materialului lentilei.

Regula semnelor, care se va păstra în tot cursul expunerii, este de a se considera pozitive segmentele parcurse în sensul trecerii razelor de lumină (marcat prin săgeată fig. 2) și negative cele parcurse în sens invers.

Punctele principale H_1 și H_2 și focarele F_1 și F_2 definesc geometricește lentila și, pentru

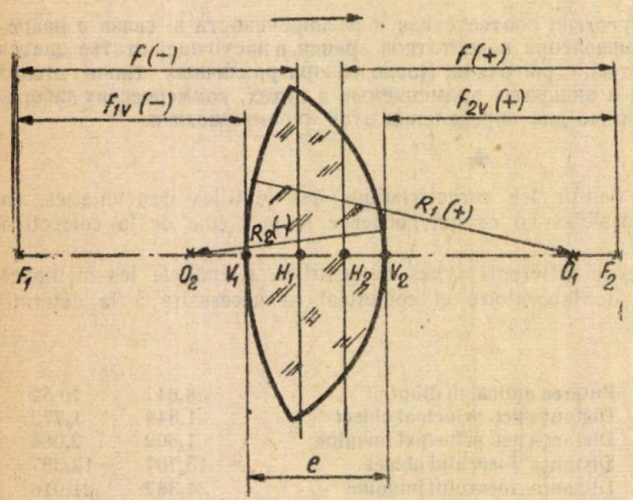


Fig. 2

orice fel de lentilă groasă, cele două distanțe focale H_1F_1 și H_2F_2 sînt egale în valoare absolută, ceeace nu este valabil și pentru distanțele frontifocale V_1F_1 și V_2F_2.

Puterea optică φ a lentilei, măsurată în dioptrii D (așa cum s-a definit în ultima conferință generală de măsuri și greutăți ținută la Sèvres în luna octombrie 1954) este egală cu inversul distanței focale a lentilei, măsurată în metri.

$$\varphi = \frac{1}{f}$$

Modificarea, sub acțiunea mușchilor ciliari, a curburii suprafețelor cristalinului, mai ales a celei anterioare, după cum se observă din tabela caracteristicilor ochiului schematic, face ca puterea optică a ochiului să varieze în limite foarte mari (58,64 D la 70,57 D)

Practic, aceasta înseamnă că imaginea unui obiect care se apropie de ochi de la infinit (**punctum remotum**), pînă la punctul cel mai apropiat al vederii clare (**punctum proximum**), este adusă permanent pe retină.

Aceasta constituie fenomenul de acomodare a ochiului, a cărei latitudine A variază cu vîrsta, așa cum se arată în tabela de mai jos.

De fapt, pentru comoditatea lucrului, obiectele privite nu se așează nici la distanța punctului remotum, nici la cea a punctului proximum, ci, la distanța vederii optime care este de circa 25 cm.

Din tabela 1 se vede că, pînă la 42 ani, punctul proximum este mai aproape de ochi decît punctul vederii optime. Aceasta înseamnă că, în mod obișnuit, pînă la această vîrstă ochiul care nu are defecte congenitale sau accidentale este un ochi normal.

Un asemenea ochi nu necesită aparate ajutătoare pentru a vedea clar obiectele apropiate sau depărtate și se numește **emetrop.**

Tabela 1

Vîrsta ani	p cm	P dioptrii	r cm	R dioptrii	A dioptrii
10	— 7,1	—14	— ∞	0	14
15	— 8,3	—12	— ∞	0	12
20	— 10,0	—10	— ∞	0	10
25	— 11,8	— 8,5	— ∞	0	8,5
30	— 14,3	— 7,0	— ∞	0	7,0
35	— 18,2	— 5,5	— ∞	0	5,5
40	— 22,2	— 4,5	— ∞	0	4,5
42	— 25,0	— 4,0	— ∞	0	4,0
45	— 28,6	— 3,5	— ∞	0	3,5
50	— 40,0	— 2,5	— ∞	0	2,5
55	— 66,6	— 1,5	+400	0,25	1,75
60	— 200	— 0,5	+200	+ 0,50	1,00
65	+ 400	+ 0,25	+133	+ 0,75	0,50
70	+ 100	+ 1,00	+ 80	+ 1,25	0,25
75	+ 57	+ 1,75	+ 57	+ 1,75	0,00
80	+ 40	+ 2,5	+ 40	+ 2,5	0,00

unde :

p este distanța de la punctul principal obiect pînă la punctul proximum.

r este distanța de la punctul principal obiect pînă la punctul remotum.

$P = \frac{100}{p}$ și $R = \frac{100}{r}$ sînt, în dioptrii, convergențele respective,

$A = R - P$ este, în dioptrii, latitudinea de acomodare a ochiului.

Orice alt ochi este anormal, necesită în consecință aparate ajutătoare pentru a vedea clar obiectele apropiate sau depărtate și se numește **ametrop.**

Prezentate în chip sinoptic: starea unui ochi, cauzele căreia se datorește ea și lentilele de corecție întrebuințate, sînt cele din tabela 2. *)

După cum se vede, lentilele de corecție întrebuințate pot fi de tipul:

A. cu simetrie simplă, sferice, adică avînd ambele fețe porțiuni din suprafețe sferice centrate, tabela 3, și

B. cu simetrie dublă, cilindrice sau torice pentru una sau pentru ambele fețe.

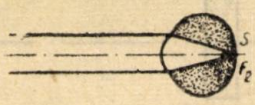
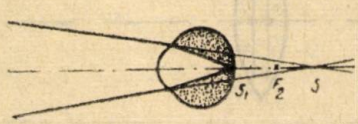
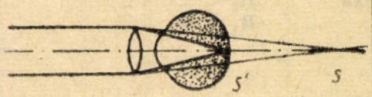
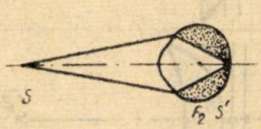
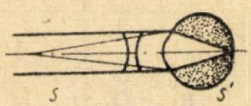
A. LENTILE CU SIMETRIE OPTICĂ

Cu elementele indicate în figurile din tabela 3, aceleași cu cele din fig. 2, extinse la toate tipurile de lentile sferice și respectîndu-se aceiași regulă a semnelor, caracteristica principală a unei lentile — puterea φ —, măsurată în dioptrii, este inversul distanței focale f măsurată în metri.

Distanța focală f, adică distanța de la punctul principal la focarul respectiv al lentilei, are expresia

$$f = \frac{n \cdot R_1 \, R_2}{(n-1)\,[n(R_2 - R_1) + (n-1) \cdot e]} \qquad (1)$$

*) **Obs.** Nu sînt cuprinse în articolul de față defectele vederii binoculare (strabisme) și mijloacele pentru corectarea lor,

	STAREA OCHIULUI	CAUZA	LENTILE DE CORECŢIE	OBSERVAŢII
emetrop	**normală**  pct. remotum S la ∞	Acomodare normală obişnuit pînă la 42 ani, excepţional şi peste 42 ani		
ametrop	**presbitism**  pct. remotum S. în spate	— sensibilitate peste 42 ani sau congenital : — globul anormal, scurt — cristalin prea aproape de retină — indici de refracţie mici — curburi anormale, mici.	**Sferică pozitivă**  +	Presbitismul este denumit adesea şi hipermetropie.
ametrop	**miopie**  pct, remotum S în faţă.	congenital : — globul anormal, lung — cristalin prea departe de retină — indici de refracţie mari, — curburi anormale, mari.	**Sferică negativă**  —	La o vîrstă oarecare prin depărtarea pct. remotum (slăbirea acomodării) vederea devine normală pt. obiectele aşezate la distanţa vederii optime.
ametrop	**astigmatism** pct. remotum S la distanţe diferite pentru două plane principale perpendiculare	congenital sau accidental : — nesimetria suprafeţelor de refracţie	**Cilindrică** sau **Torică**	Cu o singură curbură sau cu două curburi diferite, în două plane principale perpendiculare între ele.

iar puterea φ, dacă se notează curburile respective ale feţelor cu :

$$\rho_1 = \frac{1}{R_1} \text{ şi } \rho_2 = \frac{1}{R_2}$$

capătă expresia :

$$\varphi = \frac{1}{f} = (n-1)(\rho_1 - \rho_2) + \frac{(n-1)^2}{n} \cdot e \cdot \rho_1 \rho_2 \quad (2)$$

şi depinde de mărimile : n, e, R_1 şi R_2

n este determinat, sticlele de ochelari avînd toate, în baza unei convenţii internaţionale, acelaş indice de refracţie $n = 1{,}52$

e este dictat de necesităţile tehnologice şi se recomandă să nu iasă din limitele 1 la 6,5 mm, pentru a nu se ajunge la lentile prea subţiri, care se sparg uşor, sau prea groase, care introduc aberaţii exagerate.

R_1 şi R_2 se determină din relaţia (1) şi încă o relaţie care, în general, stabileşte forma lentilei.

Pe baza acestei relaţii, de formă, la tabela 3 de lentile sferice se nasc următoarele precizări :

a) s-au **exclus** formele :

1 — lentila cu feţe **plan paralele**

$R_1 = R_2 = \infty$
$\rho_1 = \rho_2 = 0$ respectiv,

fiindcă, aşa cum reiese din formula (2), puterea $\varphi = 0$ dioptrii,

8 — lentila cu feţe de **curburi egale**

$R_1 = R_2 > 0$
$\rho_1 = \rho_2 > 0$ respectiv

fiindcă, deşi din formula (2) se observă că φ are o valoare pozitivă crescînd cu e, aceasta este destul de redusă, din lipsa primului termen care se anulează,

9 — lentila cu **feţe concentrice**

$R_1 = R_2 + e > 0$

fiindcă, deşi se poate vedea că φ are o valoare negativă, scăzînd în valoare absolută cu creşterea lui e, aceasta este destul de mică.,

2 — lentila **biconvexă**

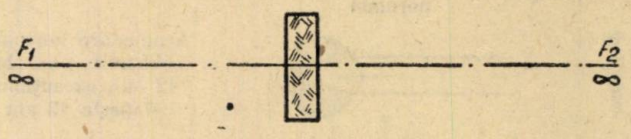
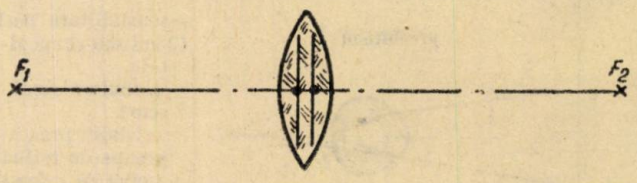
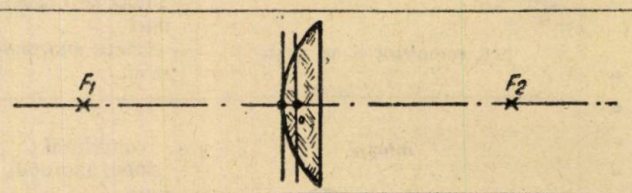
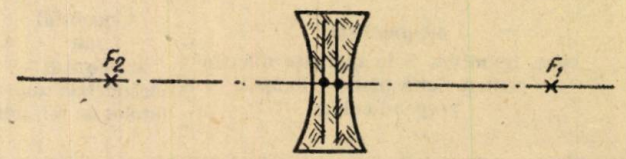
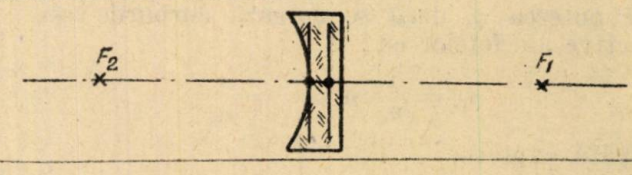
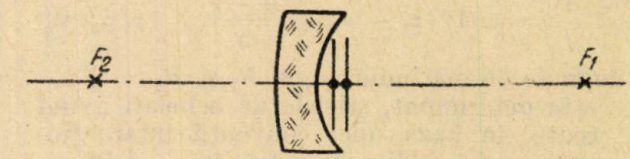
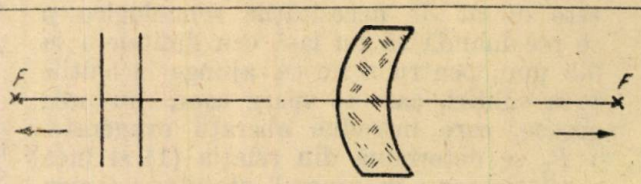
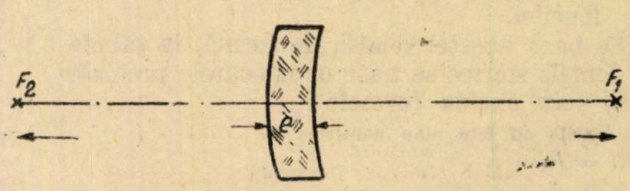
$R_1 > 0$; $R_2 < 0$

(întrebuinţată totuşi în trecut), pentrucă, deşi pentru valorile uzuale ale lui e are o putere pozitivă importantă, din cauza diferenţei mari de grosime între centru şi margini, introduce aberaţii care o fac neîntrebuinţabilă în afara porţiunii centrale,

5 — lentila **biconcavă**

$R_1 < 0$; $R_2 > 0$

(întrebuinţată totuşi în trecut), pentrucă, deşi φ are întotdeauna o valoare negativă importantă, prezintă aceleaşi inconveniente ca şi lentila 2

Nr. crt.	Denumire	Caracteristice		Forma lentilei, poziția focarelor și a planelor principale.
		raze	putere	
1	**Plan — paralelă**	$R_1 = \infty$ $R_2 = \infty$ $R_1 = R_2$	0	
2	**biconvexă**	$R_1 > 0$ $R_2 < 0$ $R_1 \neq R_2$	+	
3	**plan — convexă**	$R_1 > 0$ $R_2 < 0$ $\lvert R_1 \rvert \neq \lvert R_2 \rvert$	+	
4	**menisc convergent**	$R_1 > 0$ $R_2 > 0$ $R_1 < R_2$	+	
5	**biconcavă**	$R_1 < 0$ $R_2 > 0$ $\lvert R_1 \rvert \neq \lvert R_2 \rvert$	—	
6	**plan — concavă**	$R_1 < 0$ $R_2 = \infty$ $R_1 \neq R_2$	—	
7	**menisc divergent**	$R_1 > 0$ $R_2 > 0$ $R_1 > R_2$	—	
8	**curburi egale**	$R_1 > 0$ $R_2 > 0$ $R_1 = R_2$	+	
9	**fețe concentrice**	$R_1 > 0$ $R_2 > 0$ $R_1 = R_2 + e$	—	

b) s-au **limitat** formele :

3 — lentila **plan convexă**

$R_1 > 0$; $R_2 = \infty$

totdeauna pozitivă și

6 — lentila **plan-concavă**

$R_1 < 0$; $R_2 = \infty$

totdeauna negativă

numai la dioptriile mari $\varphi > \pm 12D$ pentru aceleași motive ca la lentila 2 și pentru evitarea inconvenientelor tehnologice create de curburile exagerate.

c) s-au **menținut** numai formele :

4 — lentila **menise convergent**

$R_1 > 0$; $R_2 > 0$;

$R_1 < R_2$ deci $\rho_1 > \rho_2$

totdeauna pozitivă, și în consecință, notată cu semnul (+), pentru corectarea presbitismului,

7 — lentila **menise divergent**

$R_1 > 0$; $R_2 > 0$

$R_1 > R_2$ deci $\rho_1 < \rho_2$

totdeauna negativă și, în consecință, notată cu semnul (−), pentru corectarea miopismului.

Trecîndu-se la precizarea celei de a doua relații între R_1 și R_2, pentru cazurile menținute, s-au creiat diferite modele de lentile, din care citãm :

a) lentilele **sferice cu bază fixă**, care au, din motive tehnologice, pentru restrîngerea numărului S.D.V.-urilor, una dintre suprafețe : la lentilele convergente $R_1 = 87$ mm fața interioară, la lentilele divergente $R_2 = 87$ mm fața exterioară, cu raza constantă (87 mm) pentru toate dioptriile.

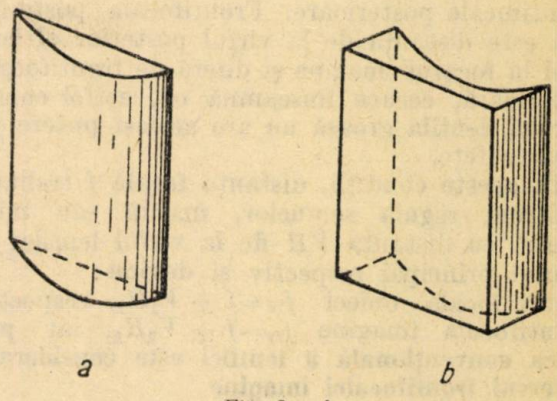
b) lentilele **sferice anastigmatice**, pentru care a doua relație între R_1 și R_2 răspunde condiției de restrîngere la minimum a astigmatismului, prin anularea primului termen de ordinul trei din desvoltarea în serie a aberației respective. In această categorie se numără lentilele : **punctal, izostigmatice** și altele.

B. LENTILE CU SIMETRIE DUBLĂ

Corectarea defectului de astigmatism se face prin întrebuințarea lentilelor cu distanțe focale diferite și deci cu puteri diferite în două plane perpendiculare între ele și perpendiculare pe axul optic, denumite **plane principale**. O asemenea lentilă, așezată în fața ochiului, trebuie să furnizeze un fascicol de raze cu o diferență astigmatică (distanța pe ax între imaginile formate de razele din cele două plane principale ortogonale) egală și de semn contrar diferenței astigmatice a ochiului.

Dacă astigmatismul este regulat, adică prezintă un minim și un maxim dealungul a două axe principale perpendiculare între ele și situate în planul perpendicular pe axul optic, și dacă ochiul nu este în același timp și miop sau presbit, corectarea se face cu cea mai simplă lentilă cu simetrie dublă, lentilă **cilindrică pozitivă** sau **cilindrică negativă** (fig. 3a respectiv b).

Corectarea defectelor combinate de astigmatism cu miopism sau cu presbitism, se face prin întrebuințarea lentilelor combinate, sferocilindrice, care au o suprafață sferică și una cilindrică.



a b

Fig. 3 a, b

Același efect combinat se obține prin întrebuințarea lentilelor cu suprafețe **torice**, adică suprafețe avînd în două plane meridiane perpendiculare, secțiuni circulare cu raze diferite.

Lentilele torice, fiind mai ușor de fabricat, pe mașini care asigură o mișcare de rotație dublă, în două plane perpendiculare, respectiv rotația axului mașinei într-un plan perpendicular și planul mișcării circulare de dute-vino a sculei, sînt des întîlnite și pot fi de tipurile :

a) **plan-torice**, cu o față plană și una torică ;

b) **sfero-torice**, cu o față sferică și una torică ;

c) **toro-torice**, cu ambele fețe torice.

Lentilele torice, fabricate de uzina I.O.R. conform normei interne 542/52, pentru lentile sferice și torice de ochelari, sînt de tipul sferotoric, cu baza fixă $R = 87$ mm, sau **izostigmatice**.

Lentilele a căror putere în unul din planele principale este practic nulă, se numesc **torice simple** și au :

— cele pozitive, fața sferică spre interior

— cele negative, fața sferică spre exterior.

Celelalte lentile se numesc **torice combinate**, și au, din contră :

— cele pozitive fața sferică spre exterior

— cele negative fața sferică spre interior.

Pentru orice fel de lentilă : sferică, cilindrică, torică, etc. caracteristica de bază este puterea φ, măsurată în dioptrii, pentru care, conform normelor în vigoare se admit următoarele toleranțe :

— pentru lentilele pînă la 4 D $\pm$ 0,1 D

— pentru lentile peste 4 D $\pm$ 0,2 D

Determinarea puterii, în oricare din planele meridiane, pentru lentilele sferice, sau în cele

două plane principale, pentru lentilele torice, se face comnsiderîndu-se formula de bază (1), cu următoarea observaţie. Deşi, aşa cum s-a definit la Sèvres, puterea în dioptrii este inversul distanţei focale măsurată în metri, adică a distanţei de la planul principal imagine la focarul imagine, care este egală cu distanţa de la planul principal obiect la focarul obiect, deci aceeiaşi pentru ambele feţe ale lentilei, în practică se întrebuinţează încă dioptria convenţională, definită ca inversul distanţei frontifocale posterioare. Frontifocala posterioară este distanţa de la vîrful posterior al lentilei la focarul imagine şi diferă de frontifocala anterioară, ceeace îmseamnă că, astfel considerată, lentila groasă nu are aceiaşi putere pe ambele feţe.

In aceste condiţii, distanţa focală f trebuie, păstrînd regula semnelor, mărită sau micşorată cu distanţa VH de la vîrful lentilei la planul principal respectiv şi devine:
fronti focala obiect $f_{1v}=f \pm V_1H_1$, respectiv frontifocala imagine $f_{2v}=f \pm V_2H_2$, iar **puterea convenţională a lentilei este considerată inversul frontifocalei imagine**

$$\varphi_c = \frac{1}{f_{2v}} = \frac{1}{f \pm V_2 H_2}$$

Cu indicele de refracţie $n=1{,}52$
cu valoarea lui f din relaţia (1)
şi cu

$$V_2 H_2 = \frac{-R_2 \cdot e}{n \cdot (R_2 - R_1) + (n-1) \cdot e}$$

relaţie dedusă aplicînd legile opticei geometrice la cele două feţe ale lentilei groase considerate, frontifocala imagine f_{2v} capătă expresia:

$$f_{2v} = \frac{n \cdot R_1 \cdot R_2 \pm (n-1) \cdot R_2 \cdot e}{(n-1)[n(R_2 - R_1) + (n-1) \cdot e]} =$$

$$\frac{1{,}52.R_1 \cdot R_2 \cdot \pm 0{,}52.R_2 \cdot e}{1{,}52 \cdot 0{,}52\,(R_2 - R_1) + 0{,}52^2 \cdot e}$$

cu aceasta, valoarea puterei convenţionale φ_c devine:

$$\varphi_c = \frac{1{,}52 \cdot 0{,}52\ (R_2 - R_1) + 0{,}52^2 \cdot e}{1{,}52 \cdot R_1 \cdot R_2 \pm 0{,}52R2 \cdot e} \qquad (3)$$

sau, introducînd curburile $\rho_1 = \frac{1}{R_1}$ şi $\rho_2 = \frac{1}{R_2}$

$$\varphi_c = \frac{1{,}52 \cdot 0{,}52 \cdot (\rho_1 - \rho_2) + 0{,}52^2 \cdot e \cdot \rho_1 \cdot \rho_2}{1{,}52 \pm 0{,}52 \cdot \rho_1 \cdot e} \qquad (4)$$

Comparînd expresiile (2) şi (4), se vede că puterea convenţională nu poate deveni egală cu cea reală ($\varphi_c=\varphi$) decît

a) în cazul $\rho_1 = 0$, deci $R_1 = \infty$

lentila plan convexă, cu faţa plană către obiect, sau lentila plan concavă, cu faţa plană către obiect şi

b) în cazul $e = 0$

caz teoretic ideal, lentila subţire, sau

caz practic aproximativ, cînd e este suficient de mic în raport cu ρ_1 şi ρ_2, pentru ca neglijarea termenilor ce-l conţin să permită totuşi înscrierea lentilei în toleranţele prescrise.

Deasemenea, influenţa unei abateri apreciabile — chiar pînă la 20% — a lui e de la valoarea teoretică, adică pînă la 1,3 mm pentru o grosime $e = 6{,}3$ mm, ceeace de altfel nu se întîmplă practic niciodată, nu este de natură de a scoate lentila din limitele toleranţelor admisibile.

Pentru acest motiv, grosimea lentilei se controlează numai în stare de eboş cu mijloace obişnuite, micrometru sau comparator, ulterior ne mai interesînd dimensiunea ei finală.

Examinarea restului elementelor din formula (4) determină împărţirea metodelor de controlare şi măsurare a puterii lentilelor în următoarele categorii:

Nr. crt.	Caracterul metodei	Denumirea metodei	Elementele determinate	Denumirea aparatului	Observaţii
1	De atelier	Verificarea curburilor feţelor	ρ_1; ρ_2	Calibre optice	
2	De recepţie	Măsurarea directă a puterii în dioptrii	φ_c	Frontifocometru	Denumit impropriu refractometru
3	De laborator (etalonare)	*a*) Măsurarea razelor R_1 şi R_2 şi a grosimei e şi calculul puterii cu formula(4)	R_1; R_2 e	Sferometru	
		b) Măsurarea distanţei focale frontifocala imagine)	f_{2v}	Banc optic	
4	Comercială	Măsurarea puterilor optice ale celor două feţe şi colaţionarea lor.	φ_1 φ_2	Sferometru de mînă	

1. Verificarea curburii cu **calibre optice**, constă din aplicarea pe suprafaţa finisată, a unei sticle de control (calibru optic) cu raza măsurată la sferometru şi avînd o precizie superioară cu o clasă preciziei cerute piesei.

Deşi metoda este mai precisă decît este necesar pentru acest fel de lentile, întrucît

apariția inelelor de interferență indică diferențe de ordinul micronilor între piesă și calibru, în timp ce razele dispozitivelor de prelucrare se execută cu precizia de sutimi de mm, ea este recomandată totuși, pentrucă în afară de faptul că este asigurătoare, prezintă și avantajul de a da indicații precise asupra calității suprafeței verificate.

2. **Frontifocometrul** este un aparat constînd din o lunetă cu ocular reglabil, care posedă un reticul. In fața lunetei se află un sistem de colimație, cu un alt reticul reglabil ca distanță față de lunetă. Variația distanței reticulului reglabil al colimatorului se obține cu ajutorul unui buton randalinat, care mișcă concomitent o scară, gradată direct în dioptrii, în fața unui indice. Reglajul inițial este astfel făcut, încît în momentul punerii la punct a celor două reticule (reticulul lunetei cu ajutorul monturii ocularului lunetei și reticulul colimatorului cu ajutorul butonului randalinat) ca să arate două imagini clare suprapuse, scara aparatului indică zero dioptrii.

Prin interpunerea lentilei de măsurat, care se așează pe un scaun inelar, cu fața de măsurat către colimator, și se apasă cu o lamă flexibilă, sistemul optic se modifică. El trebuie repus la punct prin rotirea butonului randalinat al sistemului de colimație. După punerea la punct, astfel ca cele două reticule să se vadă din nou clar, se citește pe scara gradată puterea în dioptrii a lentilei de măsurat. Intervalul de măsurat se extinde între —25 și +20 dioptrii, precizia de măsurare fiind 0,05 D.

Pentru lentilele torice sînt necesare două puneri la punct pentru o singură așezare a lentilei, indicînd în plane perpendiculare puterile, maximă și minimă, a lentilei de măsurat.

3a. **Sferometrul** este un aparat de precizie, care poate măsura razele și grosimile cu o precizie de ordinul 0,001 mm.

Pentru măsurarea razelor, piesa de măsurat se așează pe un inel calibrat, cu diametrul, pe cît posibil, numai cu puțin inferior diametrului piesei de măsurat, pentru ca săgeata h a calotei măsurate să nu depășească limitele ($\pm$ 15 mm) de măsurare ale aparatului. Un știft de măsurare, solidar cu o tije divizată în 0,1 mm, se așează întîi pe fața piesei de măsurat și apoi pe fața plană a unui calibru care se fixează în locul piesei. Diferența celor două citiri este săgeata h a calotei măsurate. R fiind raza piesei de măsurat și r raza cercului de așezare al suportului inelar, este ușor de găsit relația care dă raza

$$R = \frac{r^2}{2h} + \frac{h}{2} \qquad (5)$$

r va fi r_i, raza interioară, pentru suprafețe convexe și r_e, raza exterioară, pentru suprafețe concave. Acestea, măsurate cu precizie de 0,001 mm, sînt date în tabelele ce însoțesc aparatul. Măsurarea înălțimii h a calotei se face deasemenea cu precizie de 0,001 mm, prin așezarea firului reticular al micrometrului de măsurat al aparatului, pe diviziunea corespunzătoare a tijei divizate.

Pentru măsurarea grosimilor, piesa se așează între două știfturi de măsurare și se citește mărimea deplasării știftului mobil. Se poate măsura astfel grosimea e cu o precizie de 0,001 mm.

Pentru verificare, în laborator, sau în lipsa altor aparate, se pot măsura direct elementele R_1, R_2 și e ale lentilelor. Deobicei se execută însă calibre și etaloane măsurate cu precizia de 0,001 mm la sferometru, după care acestea sînt folosite pentru verificarea sau compararea pieselor fabricate în atelier.

3b — **Bancul optic** constă dintr-un batiu pe care sînt așezate:

— un colimator, necesar pentru crearea unui fascicul de raze paralele;

— un aparat de iluminat, întrebuințat ca sursă de lumină, în general monocromatică;

— un suport reglabil, pe care se așează și se centrează lentila de măsurat;

— un microscop, așezat pe o masă mobilă dealungul bancului optic. Deplasarea micrometrică se obține cu ajutorul unui șurub micrometric, prevăzut cu un tambur divizat în 0,01 mm.

Lentila de măsurat se așează cu fața imagine către microscop. Se pune la punct microscopul, asupra petei de difracție care reprezintă focarul lentilei, în punctul de diametru minim al acesteia, și, prin rotirea suportului lentilei, se centrează lentila cu ajutorul celor trei șuruburi ale suportului, pînă cînd, la rotirea suportului, pata de difracție rămîne nemișcată.

Pentru măsurarea directă a frontifocalei imagine f_v, deci a inversului puterii convenționale optice φ_o a lentilei, se citește în poziția de mai sus pe suportul microscopului distanța focarului imagine fără a fi fost nevoie să se așeze suportul în poziția zero (măsurătoarea A). Se pune din nou la punct microscopul pe vîrful feței posterioare — imagine — a lentilei, suportul rămînînd în aceeași poziție, și se citește noua poziție a microscopului (măsurătoarea B). Diferența A — B a celor două citiri reprezintă, cu precizie de 0,01 mm, frontifocala căutată.

Bancul optic poate servi și la determinarea focalei reale f a lentilei, făcîndu-se în plus încă următoarele cetiri:

— distanța imaginei vîrfului feței obiect a lentilei, cu suportul tot în poziția de mai sus (măsurătoarea C).

— aceleași măsurări A', B', C' făcute pe fața a doua a lentilei, după întoarcerea cu 180° a lentilei de măsurat.

In aceste condiții, distanța focală f este dată de una din relațiile

$$f = \sqrt{(A—B)(A'—C')} = \sqrt{(A'—B')\ (A—C)}$$

Aceasta serveşte la determinarea poziţiei planelor principale şi a puterii φ a lentilei.

4. **Sferometrul de mînă** este de fapt un comparator, pe a cărui bucşă fixă, suport al tijei mobile, se pot monta inele calibrate, de felul celor întrebuinţate la sferometrul de precizie. Cele două cadrane divizate cu care este prevăzut, îndicînd unul ture întregi şi celălalt 0,01 ture, se pun la zero, în poziţia de complaneitate a vîrfului tijei cu faţa inelului de aşezare. Aceasta se obţine aşezînd pe inel sticla plană ce însoţeşte aparatul.

In aceste condiţii, dacă se divid cadranele în mm şi respectiv 0,01 mm faţă de deplasarea tijei, sferometrul de mină poate face aceleaşi măsurări de săgeţi ca şi sferometrul de precizie, la precizia sa de 0,01 mm.

Dacă însă considerînd, lentila subţire, adică făcînd $e=0$ în relaţia (2) care pentru acest caz este aceiaşi cu relaţia (4) şi devine

$$\varphi = (n\text{-}1).\rho_1 - (n\text{-}1).\rho_2 \text{ sau}$$
$$\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$$

observăm că puterea convenţională a lentilei este egală cu diferenţa între puterile celor două feţe, şi dacă ne mulţumim cu această aproximaţie, ne putem aranja, printr-un sistem potrivit de pîrghii, astfel ca deplasarea acului să indice pe un cadran divizat în dioptrii, pentru un inel anumit de aşezare, puterea în dioptrii a feţei măsurate.

In acest caz, prin simpla aşezare a aparatului pe cele două feţe ale lentilei şi colaţionarea rezultatelor obţinute putem determina cu suficientă aproximaţie, comercială, puterea în dioptrii a lentilei măsurate.

Aparatul se etalonează la zero dioptrii pentru poziţia de complaneitate a vîrfului tijei de măsurare cu inelul sau vîrfurile de aşezare şi indică pe cadran într-un sens dioptriile 0 la +20 pentru feţe convexe şi 0 la —20 pentru feţe concave.

* * *

La noi în ţară pînă în prezent problemele legate de verificarea lentilelor de ochelari au fost lăsate numai pe seama producătorilor.

Pentru înlăturarea pe viitor a confuziilor care se fac de către cei ce fabrică, prescriu sau desfac lentilele indigene şi străine, va fi necesar să se procedeze ca în U.R.S.S., unde verificarea lentilelor de ochelari, **după norme unice**, se face de către organe specializate de stat.

INFORMAŢII METROLOGICE

Biroul internaţional de măsuri şi greutăţi în colaborare cu alte laboratoare metrologice, a trebuit să se preocupe de stabilirea cauzelor care au provocat diferenţe pînă la 0,05 μ la intercompararea a 9 serii de cale plan paralele-etalon, de 50; 75 şi 100 mm, primite din diferite ţări.

La aceste determinări s-a folosit metoda interferenţială, considerîndu-se ca unitate, lungimea de undă a razei roşii din spectrul cadmiului.

Este de menţionat că această lungime de undă a fost adoptată pe plan internaţional ca unitate pentru interferometrie şi că valoarea sa faţă de metru a fost precizată.

Deoarece s-a lucrat efectiv cu raza verde a izotopilor Hg 198 (rază foarte fină care este în studiu pentru a fi adoptată pentru determinările metrologice fundamentale, pe cale interferenţială) lungimea de undă a acestei raze a fost calculată în raport cu lungimea de undă a razei roşii a Cadmiului.

In tot timpul determinărilor temperatura a fost ţinută constantă la precizia de o sutime de grad.

Aceste determinări interferenţiale au necesitat un mare număr de corecţiuni, dintre care importanţă mai mare are corecţia indicelui de refracţie al aerului în funcţie de temperatură, de presiune atmosferică, de umiditate şi de conţinutul aerului în bioxid de carbon, care în mod normal ar trebui să fie în proporţie de $3{,}10^{-4}$.

Metoda folosită în laboratorul Biroului internaţional, condiţiile de lucru şi formulele de corecţie adoptate, au fost aceleaşi pentru întreaga gamă de determinări efectuate cu ocazia acestor intercomparaţii.

In aceste condiţii eventualele erori sistematice comise ar fi trebuit să fie aceleaşi la toate determinările şi ca atare să nu provoace diferenţe de la o determinare la alta.

Diferenţele obţinute depăşesc totuşi valorile care ar fi urmat să rezulte din prezenţa unică a erorilor întîmplătoare. Acest fapt conduce la prezumţia existenţei unor cauze necunoscute, producătoare de erori de natura celor sistematice, dar care au intervenit în mod sporadic în timpul determinărilor.

Problema are o importanţă deosebită pentru măsurările pe cale interferenţială, atunci cînd se pretinde o precizie mai ridicată.

Această importanţă ia proporţii încă mai mari dacă se are în vedere că se tinde la schimbarea definiţiei metrului pentru a fi bazată pe o lungime de undă monocromatică (eventual chiar pe lungimea de undă a razei verde din spectrul Hg 198).

Este de observat că diferenţa de ordinul 0,05 μ reprezintă, pentru calele de 100 mm, o eroare relativă de 5.10^{-7} ceea ce depăşeşte precizia de difiniţie a celor mai bune rigle de repere.

Intr-adevăr la compararea metrilor etalon (rigle cu repere) se ajunge la diferenţa de cel mult 0,1 μ ceea ce reprezintă o eroare relativă de ordinul 1.10^{-7}. Este cea mai bună reproductibilitate atinsă pînă acum, care, după cum vedem, depăşeşte pe cea atinsă la comparaţiile interferometrice menţionate mai sus.

In felul acesta, dacă nu se găseşte cauza care a provocat diferenţele de 0,05 μ la comparaţiile pe cale interferenţială specificate mai sus, rămîne un semn de întrebare foarte important, în legătură cu eventuala definiţie a metrului prin o lungime de undă, în care caz ar trebui să se folosească metode interferenţiale pentru efectuarea comparaţiilor fundamentale a etaloanelor de lungime.

Controlul rugozităţii suprafeţelor prelucrate cu ajutorul microscopului comparator

Ing. R. MOŢOIU

Сравнительный микроскоп является разрешением вопроса, предложенного автором и одобренном на конкурсе новаторских предложений, состоявшихся на тему: аппараты для определения качества поверхностей.

В статье описывается и подвергается анализу осуществленный аппарат, который сривнивается с другими типами подобного рода аппаратов, основанных на других принципах и изготовленных заграницей.

Автор устанавливает также условия, которым должен удовлетворять сравнительный микроскоп, н также и возможности — известные до настоящего времени — его использования.

★

Le microscope comparateur présenté dans cet article représente la solution proposée par l'auteur et acceptée a un concours d'innovations ayant comme sujet: instruments pour déterminer la qualité des surfaces.

L'auteur décrit et analyse l'appareil réalisé, par rapport à d'autres types d'instruments, fabriqués à l'étranger et basés sur d'autres principes.
teur et les emplois qu'on lui connait jusqu'à pràsent.

Sont indiquées aussi les conditions que doit remplir un microscope à comparateur et les emplois qu'on connait jusqu'a présent.

Controlul rugozităţii suprafeţelor prelucrate se impune în ultimul timp cu tot mai multă fermitate, alături de controlul dimensional al pieselor. Aceasta e o consecinţă a tendinţei generale de a se obţine asamblări cît mai precise şi cu o durată de funcţionare cît mai ridicată. In acelaş timp o suprafaţă cu un grad de netezime ridicat asigură piesei respective o mai mare rezistenţă la uzură şi coroziune.

Adeseori realizarea unui anumit grad de netezime a suprafeţei este reclamată nu numai de cerinţele tehnologice sau funcţionale, ci şi de nevoia de a asigura pieselor un anumit aspect exterior. Aceste considerente au impus ca şi în ţara noastră să se construiască aparate cu ajutorul cărora să se poată controla microgeometria suprafeţelor prelucrate ale pieselor. Prototipul unui asemenea aparat a fost realizat la uzinele „IOR" — Bucureşti.

In prezent, sînt mai multe tipuri de aparate pentru controlul microgeometriei suprafeţelor prelucrate, a căror construcţie se bazează pe diverse principii. In general însă, ele se pot clasifica în două categorii:

1. aparate de contact
2. aparate ce nu vin în contact cu suprafaţa.

Din prima grupă fac parte profilometrele, profilografele, aparatele electrice de contact, bazate pe principii mecanice, optice, electrice sau pneumatice. Aparatele din a doua grupă se bazează, în general, pe observări cu ajutorul microscopului. Metodele folosite sînt metode interferenţiale, metoda secţiunii de lumină, metoda comparativă şi cea reflectometrică.

Cele mai indicate aparate din punct de vedere al unui control sînt profilografele sau profilometrele, care dau indicaţii, nu numai asupra înălţimii şi distribuţiei microasperităţilor, ci şi asupra ondulaţiilor şi gradului de plenitudine a suprafeţei.

Intre aparatele de control a rugozităţii suprafeţei, microscopul comparator este unul din aparatele cele mai simple din punct de vedere constructiv şi funcţional. Faţă de celelalte aparate, microscopul comparator prezintă următoarele avantaje şi dezavantaje:

1. aplică o metodă simplă şi are o manevrare uşoară, care permite utilizarea sa pe scară largă, fără a fi necesar un personal de deservire cu o calificare înaltă;

2. aparatul este rezistent şi poate fi folosit în ateliere. Se poate realiza în acest fel un control operativ, care are un rol important în prevenirea folosirii unor piese cu o rugozitate necorespunzătoare a suprafeţei;

3. aplică o metodă comparativă şi luîndu-se anumite măsuri speciale poate da informaţii nu numai asupra înălţimii şi distribuţiei microasperităţilor, ci şi asupra gradului de plenitudine, a rizurilor şi loviturilor;

4. aparatul poate controla un domeniu întins de clase de rugozitate;

5. metoda comparativă este o metodă subiectivă şi nu poate da indicaţii precise. Exactitatea

comparării se poate mări luînd anumite măsuri de precauţie;

6. în aprecierea egalităţii netezimilor celor două suprafeţe, se ia în considerare, în special, pasul asperităţilor şi nu o caracteristică ce defineşte mai exact microgeometria.

OBSERVAŢIE

Înălţimea maximă a microasperităţii depinde de pasul ei (avansul sculei), regimul de lucru, geometria sculei aşchietoare şi calitatea materialului. S-a stabilit formula:

$$H_{max} = \frac{S^2}{8R} + H_y\left(1 - \frac{S^2}{2R^2}\right)$$

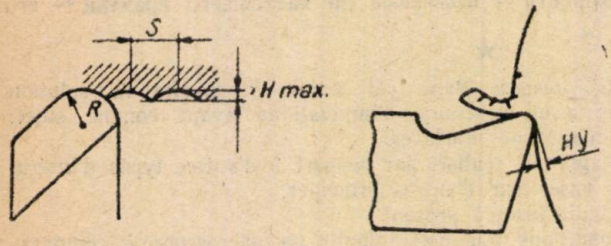


Fig. 1. a-b

în care:

T_{max} = înălţimea maximă a asperităţilor (mm)
S = avansul (mm/rot)
R = raza de rotunjire a cuţitului (mm)
H_y = revenirea elastică a materialului (mm)

7. Este necesar de a avea o trusă relativ numeroasă de etaloane.

Avantajele şi dezavantajele arătate mai sus, fac ca microscopul comparator să poată fi folosit în condiţii satisfăcătoare în uzinele constructoare de maşini, cel puţin pentru o perioadă de început până la introducerea pe scară largă a aparatelor de determinat rugozitatea suprafeţelor de tipul profilografelor.

Acest microscop familiarizează totodată pe muncitori şi cadrele din serviciul de control tehnic cu noţiunea de rugozitate a suprafeţei şi le dă în acelaşi timp o imagine vie asupra aspectului suprafeţelor de diferite netezimi. După introducerea aparatelor exacte de control, aparatul poate fi folosit la controlul de serie, urmînd ca doar unui anumit procent de piese să i se facă măsurători exacte ale elementelor microgeometriei, folosindu-se în acest caz piesele respective ca etalon.

Pentru a determina cu o siguranţă cît mai mare gradul de rugozitate al unei piese, este necesar însă să se realizeze etaloane, cu abaterile maxime admise pentru clasa respectivă. Etalonul reprezintă în felul acesta suprafaţa cu gradul de rugozitate admis, iar compararea se face „mai bun" sau „cel puţin egal" cu etalonul. Cînd se alege ca etalon o piesă din lotul de controlat, trebuie să se aibă în vedere acelaşi criteriu.

Schema optică a microscopului comparator este arătată în figura 2. Cele două obiective (1) dau, în acelaş timp, în cîmpul vizual al ocularului (2) imaginea suprafeţei etalon şi a suprafeţei

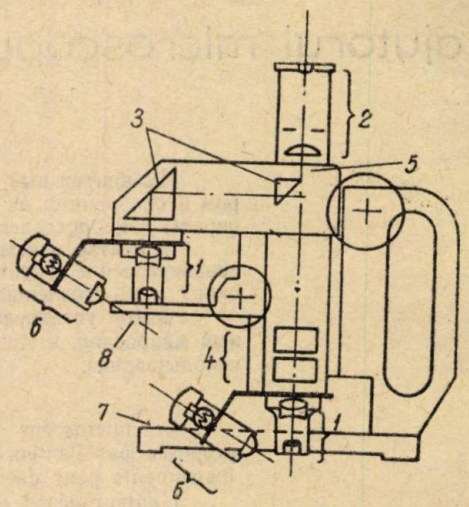


Fig. 2

1. Obiectiv 10 x. 2. Ocular 7 x. 3. Prisme cu reflexie focală. 3. Compensator. 5. Diafragma cîmpurilor. 6. Dispozitiv de iluminat. 7. Masa microscopului. 8. Măsuţă pentru etalon.

de cercetat, pe care observatorul le poate compara cu destulă uşurinţă.

Pentru ca aparatul să poată corespunde scopului şi pentru a realiza o comparare cît mai

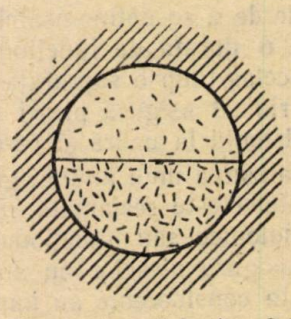


Fig. 3. Aspectul cîmpului aparatului.

obiectivă, au fost luate o serie de precauţii, şi anume:

1. Realizarea unei măriri egale a celor două imagini observate (piesă şi etalon). Acest lucru se poate obţine atît prin egalarea distanţei obiectiv-ocular în ambele braţe ale microscopului, cît şi prin sortarea obiectivelor la montaj.

2. Iluminarea piesei şi a etalonului cu dispozitive de iluminat, separate, înclinate cu unghiuri egale faţă de axele optice ale obiectivelor.

In cazul pieselor rotunde sau pieselor de formă complicată, trebuie avut în vedere ca axa obiectivelor să fie, pe cît cu putinţă, cît mai apropiată de normala la suprafaţă, în punctul observat.

3. Obținerea unei iluminări cît mai egale a cîmpurilor vizuale, piesă și etalon. În acest scop s-a introdus în brațul rectiliniu al microscopului un compensator, pentru a egaliza în special pierderile prin reflecție a fluxului luminos în brațul cotit al microscopului.

4. Microscopul trebuie să fie astfel construit încît să poată fi așezat pe piese cu dimensiuni mari, pentru controlul rugozității suprafețelor. În acest scop, aparatul a fost astfel conceput încît să poată observa suprafețe pînă la 5 mm sub nivelul tălpii microscopului.

Piesele a căror grosime (diametru) nu depășește 60 mm se pot așeza pe masa microscopului.

5. Confecționarea de etaloane pentru aceiași clasă de rugozitate, din diferite materiale și pentru diverse prelucrări (strunjire, frezare, rectificare etc). Pentru a nu se degrada suprafețele de lucru ale etaloanelor, acestea au doar două fețe active, în cazul prelucrării prin frezare, și sînt eșite în cazul etaloanelor strunjite.

Aparatul este dotat, de asemenea, cu o prismă pentru așezarea pieselor rotunde, alese ca etalon, în fața obiectivului aparatului.

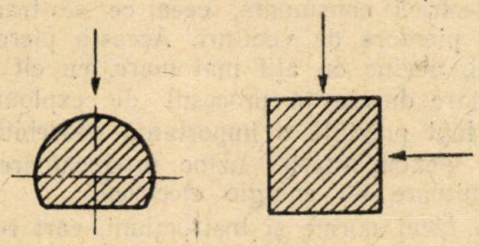


Fig. 4

Obiectivele și ocularul microscopului asigură o mărire de circa 70 x, oferind astfel, posibilitatea comparării de suprafețe cu un grad de rugozitate ridicat. Obiectivele și ocularul sînt piese folosite și la alte tipuri de microscoape fabricate de uzina I.O.R. Cîmpul vizual obiect al aparatului este de 2,4 mm, fiind suficient de mare pentru observarea în întregime a defectelor mai însemnate ale suprafeței cercetate.

Pentru ușurința folosirii aparatului, reglarea imaginilor piesei și etalonului se face independent. Acest fapt asigură posibilitatea unui control mai lesnicios al unei piese cu o configurație complexă și cu un acelaș grad de rugozitate prescris, precum și posibilitatea controlului de serie, nemai fiind necesar să se refacă mereu punerea la punct a imaginei etalonului.

Microscopul are cotele de gabarit 205 × 80 × 200 mm. Greutatea aparatului 2,250 kgr.

Microscopul comparator este un aparat de control, ce poate fi utilizat pe o scară largă în industria constructoare de mașini și de aparate. El se poate adapta nu numai controlului suprafețelor metalice prelucrate, ci și la un control comparativ al altor materiale.

Simplitatea metodei ca și ușurința manevrării aparatului, compensează dezavantajul de a nu avea o precizie ridicată. Microscopul comparator reprezintă primul pas pe calea aplicării efective a controlului microgeometriei și suprafețelor în industria noastră.

Cu această ocazie trebuie să semnalăm Oficiului de Stat de Standardizare și Invenții necesitatea ca, în colaborare cu direcția Generală de Metrologie, să stabilească terminologia și clasificarea gradelor de rugozitate (sau de netezime) ale suprafeței. Se recunoaște astăzi că termenul de „calitate a suprafeței", încă utilizat la noi, nu se poate referi numai la microgeometria suprafeței ci și la duritatea sa, gradul de protecție împotriva coroziunii, etc. Sigur că se va adopta un termen sau altul care să se refere numai la microgeometria suprafeței, netezime, rugozitate, dar acest termen trebuie de urgență stabilit și standardizat.

De asemenea, pentru a certifica etaloanele de calitate ce trebuie să însoțească aparatul, Direcția Generală de Metrologie trebuie să-și completeze utilajul și în vederea acoperirii acestui domeniu. D.G.M., fiind organul central sigur în măsură de a da asemenea certificate, asigurînd astfel uniformitatea măsurărilor în acest domeniu, va trebui să poată etalona toate trusele de suprafețe anexate la aparat, verificînd și aparatele respective de măsurat în ce privește îndeplinirea condițiilor de mai sus.

Termenul optim de revizuire a contoarelor electrice

Ing. V. BONCA

Электрические счетчики должны периодически подлежать осмотру, регулированиг и проверке в целях предугреждения неправильной записи и их преждевременною износа.

В статье обсуждается важность вычислейия наиболее экономического оптимальо ного срока для установления периода производства этих операций с указанием метода калькуляцин.

★

Le but de revision et du contrôle des compteurs électriques est d'éviter les enrégistrements incomplèts et l'usage prématuré des compteurs. Aussi le délai fixé pour leur verification périodique d'état est d'une grande importance pour une exploitation économique.
les résultats soient les meilleurs.

L'auteur indique la méthode d'après laquelle on doit calculer ce délai pour que les résultats soient les meilleurs.

Dintre diferitele forme de energie, energia electrică are un rol de frunte în toate ramurile economiei naţionale.

Avantajele tehnico-economice pe care le oferă energia electrică rezultă îndeosebi din faptul că utilizarea ei determină o sporire considerabilă a productivităţii muncii.

Extinderea continuă a folosirii energiei electrice atît în producţie cît şi în viaţa de toate zilele, este un factor hotărîtor în construirea socialismului.

Evidenţa consumului acestei energii se face cu ajutorul contoarelor electrice. Aceste aparate sînt ochiul întreprinderii producătoare şi distribuitoare de energie electrică, căci permit să se ştie cîtă energie electrică se produce şi cît se vinde sau se transportă. Contoarele electrice au o mare însemnătate şi în economia întreprinderilor, deoarece ele permit să se ţină evidenţa consumului de energie şi să se orînduiască cheltuielile pentru energie — element important al preţului de cost. De asemenea prin ele se stabilesc relaţiuni corecte între uzine şi abonaţi.

Marea importanţă pe care o prezintă contoarele electrice în economia naţională, implică o organizare sistematică a unui control tehnic asupra stării şi exactităţii lor în funcţionare.

Contoarele cele mai îngrijit confecţionate şi reglate, chiar şi acelea cari au un cuplu specific foarte ridicat, echipaj mobil foarte uşor şi o viteză de regim mult redusă, îşi pierd precizia cu timpul în cursul procesului de exploatare. Uzura pieselor în mişcare, îngroşarea uleiului în lagăre, murdăria, slăbirea treptată a magneţilor frînă, suprasarcinile continuie şi altele, fac să înrăutăţească funcţionarea lor şi în genere să nu înregistreze corect toată energia electrică consumată, ceea ce se traduce prin o pierdere de venituri. Această pierdere, natural, devine cu atît mai mare, cu cît este mai mare durata în procesul de exploatare. Acest fapt prezintă o importanţă deosebită în special pentru marile uzine producătoare şi distribuitoare de energie electrică.

S-au făcut norme şi instrucţiuni, cari reglementează instalarea şi modul de folosire a contoarelor electrice. S-au făcut legi şi regulamente, cari obligă organizarea supravegherii continue şi supunerea lor spre verificarea de stat în cuprinsul unor termene fixate.

Intreprinderile producătoare şi distribuitoare de energie electrică au înfiinţat servicii speciale — verigi esenţiale în administraţia lor — cu scopul de a revizui, repara şi regla contoarele ce le au în exploatare. Pentru aceasta contoarele se scot de la locul lor de utilizare şi se aduc în ateliere unde li se demontează întreg mecanismul, se spală discul şi axul; se demontează şi se spală crapodina; se verifică şi se polizează piatra şi bila, eventual se înlocuiesc; se curăţă mecanismul totalizator; se ung piesele în frecare; se asamblează cu multă atenţie; se controlează asamblarea, se reglează; se controlează reglarea şi înfine li se efectuează verificarea de stat. Toate acestea au scopul de a diminua la maximum erorile de funcţionare ale contoarelor şi de a li se asigura păstrarea exactităţii lor în procesul de exploatare pe o durată cît mai mare şi de a diminua astfel pagubele cauzate de inexactitatea înregistrării energiei electrice.

Toate aceste operaţiuni necesită însă cadre, materiale, utilaj de atelier şi laborator, cari pentru întreprindere se traduc printr-o serie de cheltuieli. Evident că aceste cheltuieli sînt cu atît mai mari, cu cît termenul (periodicitatea) de revizuire a contoarelor este mai scurtă.

Ne găsim deci în situaţia, că dacă mărim termenul de revizuire a contoarelor, micşorăm cheltuielile de întreţinere, însă sporim pagubele provocate de proasta lor funcţionare şi invers. Rezultă că şi într-un caz şi altul, întreprinderea trebuie să suporte o oarecare diminuare a veniturilor în urma utilizării contoarelor pentru înregistrarea energiei electrice ce o furnizează.

Problema care se pune în această situaţie este de a găsi termenul de revizuire cel mai economic.

1) Dacă însemnăm cu „*n*" numărul contoarelor existente în exploatare, cu „*a*" cheltuielile de întreţinere a unui contor de la un termen la altul, produsul $n \times a$ ne dă cheltuielile totale în cazul cînd termenul este de un an. Dacă termenul de revizie este 2,3...T ani, cheltuielile anuale se vor micşora în acelaşi raport. Se poate deci formula variaţia cheltuielilor în raport cu valoarea în ani a termenului de revizuire prin formula:

$$B = \frac{n \cdot a}{T} \; lei$$

2) Dacă însemnăm cu „*E*" totalul venitului anual rezultat din înregistrările contoarelor din exploatare şi cu e_1, eroare medie relativă procentuală a existentului de contoare după un an de funcţionare, pierderea medie de venit a anului poate fi exprimată prin relaţia de forma :

$$V_1 = \frac{E}{100\,n} \times n \times e_1 \; lei$$

Pentru termenele de 2,3...T ani variaţia pierderilor de venituri devine:

$$V_T = \frac{E}{100\,n} \times \frac{n}{T} \times \left(e_1 + e_2 + \ldots + e_T \right) lei =$$

$$\frac{E}{100\,T} \sum_{1}^{T} e \; lei$$

3) Intr-un sistem de coordonate rectangulare (fig. 1) să reprezentăm pe axa absciselor variaţia termenului T în ani, iar pe axa ordonatelor variaţia în lei a cheltuielilor de întreţinere B şi a pierderilor de venituri V în funcţie de T.

Dacă facem însumarea acestor curbe (B şi V) vom obţine o a treia curbă „S".

Curba S reprezintă variaţia pierderilor totale ale întreprinderii ce ar trebui să le suporte la diferite termene de revizuire a existentului de contoare ce posedă în exploatare.

Punctul minim al acestei curbe reprezintă cea mai mică pierdere totală a întreprinderii şi el corespunde termenului T'.

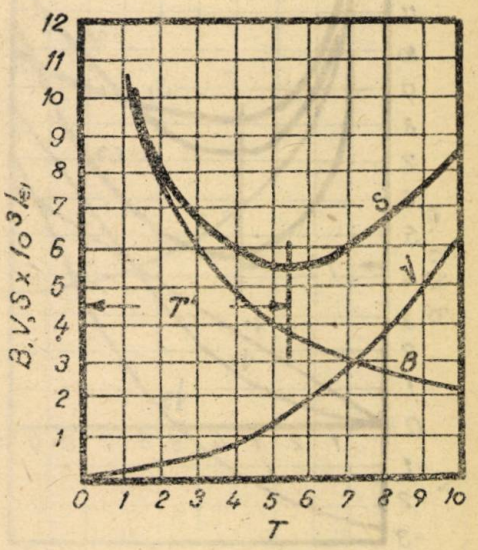


Fig. 1

Valoarea lui T' exprimată în ani este termenul de revizuire cel mai convenabil — cel mai economic — pentru întreprindere, fiind deci termenul optim căutat.

Dacă chltuielile de întreţinere „a" a unui contor din formula lui B se pot stabili cu uşurinţă şi cu aproximaţie acceptabilă, în schimb stabilirea valorilor lui „e" din formula lui V pare că ar întîmpina greutăţi mari, căci valorile erorilor, după cum se ştie, depind de valorile sarcinilor la cari sînt supuse contoarele în exploatare şi de durata acestor sarcini.

Dacă avem în vedere, însă, că termenul optim de revizuire T' nu rezultă din valoarea absolută a pierderilor V, ci din variaţia lor, în funcţie de T, se poate considera, că el nu este afectat de valoarea sarcinilor amintite şi nici de durata lor. Pentru a scoate în evidenţă acest lucru să ridicăm 3 curbe diferite de pierderi (fig. 2) V_1, V_2 şi V_3 şi să facem însumarea lor cu aceiaşi curbă B de cheltuieli. Vor rezulta trei curbe de însumare S_1, S_2 şi S_3, a căror minime vor corespunde pentru aceiaşi valoare a termenului de revizuire, T'.

Ne putem mulţumi deci cu valorile lui „e" stabilite din rezultatele obţinute la verificarea prealabilă revizuirii contoarelor şi mai ales din rezultatele verificării de stocuri cu acelaşi număr de ani de utilizare.

Pentru a ne face o idee asupra procesului stabilirii termenului (periodicităţii) celui mai economic de revizuire şi în consecinţă de su-

punerea spre verificare (în cuprinsul termenelor fixate legal) a contoarelor electrice din exploatare de către o întreprindere producătoare şi distribuitoare de energie electrică, să luăm un

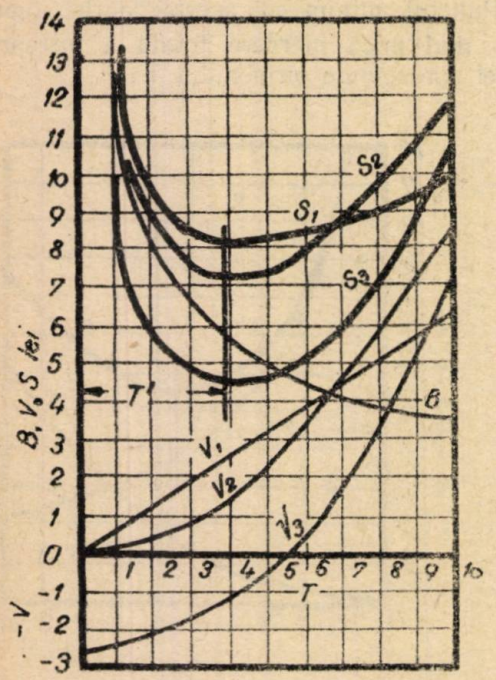


Fig. 2

exemplu numeric. Să considerăm că avem:

n = 2000 contoare

E = 10^6 lei

a = 20 lei rezultat din media cheltuielilor avute cu întreţinerea contoarelor.

e = media rezultată din verificarea a diferitelor stocuri luate din reţea după un proces de exploatare de 1,2...10 ani cari sînt trecute în rubrica a 2-a a tabelului de mai jos.

T ani	e med.	$\sum_1^{10} e$	$V = \frac{E}{100T} \sum_1^{10} e$	$B = \frac{an}{T}$	B+V
1	0,05	0,05	500	40000	40500
2	0,08	0,13	650	20000	20650
3	0,17	0,3	1000	13333	14333
4	0,3	0,6	1500	10000	11500
5	0,8	1,4	2800	8000	10800
6	1,5	2,9	4833	6666	11499
7	2,7	5,6	8000	5714	13714
8	3,8	9,4	11750	5000	16750
9	5,0	14,4	16000	4444	20444
10	7,0	21,4	21400	4000	25400

Făcînd calculele cuvenite rezultatele s-au trecut în rubricile respective din tabel şi s-au ridicat curbele din fig. 3.

Din coloana B + V, cît şi din curbele din fig. 3 se vede că termenul cel mai economic la care întreprinderea va trebui să-şi revizuiască, repare şi verifice toate contoarele ce le posedă, este de cinci ani.

Cunoscînd că azi la contoarele de calitate, acest termen variază între 8—12 ani, va trebui ca întreprinderea să urmărească şi să înlăture cauzele, cari provoacă obţinerea acestui termen scăzut de 5 ani. Între aceste cauze pot fi: prezenţa în reţea a prea multe contoare vechi care nu mai au garanţia păstrării exactităţii, întrebuinţarea de ulei de proastă calitate, reparaţii, asamblări şi verificări superficiale, personal necalificat, utilaj de laborator neadecvat scopului etc.

Exemplul de mai sus este al unei întreprinderi mici unde de obicei predomină contoarele monofazate. La întreprinderile mari calcularea acestor termene poate fi făcută separat pe categorii de contoare: curent continuu, curent alternativ trifazat, monofazat sau chiar pe cate-

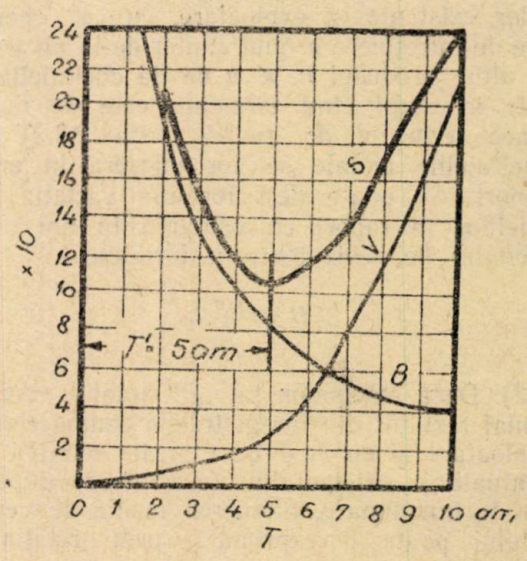


Fig. 3

gorii de fabricaţie a contoarelor. Aceste din urmă calcule pot aduce mari servicii şi fabricilor constructoare.

Organizînd sistematic controlul tehnic asupra contoarelor electrice, organizînd ateliere şi laboratoare bine utilate şi cu personal calificat, întreprinderile producătoare şi distribuitoare de energie electrică ar putea mări din ce în ce mai mult termenele de revizuire şi verificare a acestor aparate, ceea ce ar determina o scădere simţitoare a preţului de cost al kilowatt-orei.

Scăderea preţului energiei electrice pe această cale se va repercuta asupra nivelului preţului de cost al produselor industriale şi va contribui la ridicarea nivelului de trai al celor ce muncesc.

Gazometru portativ model pentru verificarea aparatelor electrice de analiză a gazelor, a contoarelor de gaz experimentale şi a areometrelor

E. DORFMAN

Автор описывает новый тип переносного газометра, осуществленного по типу предложенному автором. Указывается цель, полесность и методы работы, а также возможности постройки того аппарата.

★

L'auteur présente un nouveau type de gazomètre portatif, réalisé d'aprés sa propre conception. Il indique le but, le mode d'emploi et les possibilités de construire de semblables appareils.

Legislaţia metrologică şi necesităţile tehnice economice importante, obligă întreprinderile să facă controlul şi verificarea internă a aparatelor de analiză a gazelor. Controlul sistematic la locul de instalare a acestor aparate, comportă verificarea etanşeităţii, a nulului mecanic şi electric şi a indicaţiilor.

In afară de primele două operaţii care trebue executate odată pe schimb sau, cel puţin, odată la 24 ore, controlul indicaţiilor trebue efectuat lunar, comparînd indicaţiile din instalaţie cu indicaţiile unui aparat chimic, normal, de tip ORSAT.

Prescripţiile de întreţinere a acestor aparate cer de asemenea, ca cel puţin odată la şase luni, să se facă o verificare completă în laborator a aparatelor de analiză a gazelor. Cu această ocazie este necesar să se verifice indicaţiile aparatului pe întreaga scară gradată pentru cel puţin patru concentraţii.

Verificarea internă în laborator este necesară pentru depistarea tuturor cauzelor posibile de erori. In acest scop este important să se facă controlul întregii părţi electrice şi chimice. Acest control nu este posibil în condiţii obişnuite, la locul de instalare.

In cazul gazanalizatorului, instalat la agregate, este deci necesar să facem verificarea indicaţiilor la toate punctele scării, ceea ce este practic imposibil, deoarece nu putem măsura decît o singură concentraţie şi anume aceia a gazului produs de agregatul respectiv. Variaţia concentraţiei ne pune în faţa a două alternative de o potrivă de dezavantajoase: sau obligăm agregatul să funcţioneze în condiţii neeconomice (pentru construcţii mai mici) sau trebuie să depăşim o anumită concentraţie stabilită teoretic, în funcţie de combustibil şi de sarcină (pentru cazul cînd vrem să obţinem concentraţii mai mari) ceea ce adeseori este practic cu neputinţă de realizat — în condiţiile unui regim normal de funcţionare.

De exemplu, procentul de CO_2, în gazele de ardere ale unui cazan, este de 12%. Considerînd acest procent optim, noi nu vom putea face verificarea la o concentraţie de 5% de exemplu, deoarece ar însemna să utilizăm cazanul în condiţii neeconomice. De asemenea nu putem realiza o concentraţie de 20% CO_2 pentru a putea efectua verificarea la diviziunea 20. Verificarea completă în laborator a aparatului de analiză a gazelor, comportă o serie de dificultăţi şi anume: demontarea aparatului din instalaţie este o operaţie greoaie care răpeşte mult timp; staţia de verificare din laborator este costisitoare.

Necesitatea de a înlătura aceste neajunsuri, precum şi nevoia ca organele Direcţiei Verificări Măsuri să verifice pe teren aparatele electrice de

analiză a gazelor, a ridicat problema proectării şi construirii unui gazometru portativ pentru verificarea acestor aparate. Aparatul proectat prezintă o serie de avantaje este uşor de construit şi are un preţ de cost redus; este precis, realizînd diluţii cu o abatere de ± 0,5% din volum (această precizie se realizează prin dispozitivul de citire a nivelului apei şi prin controlul

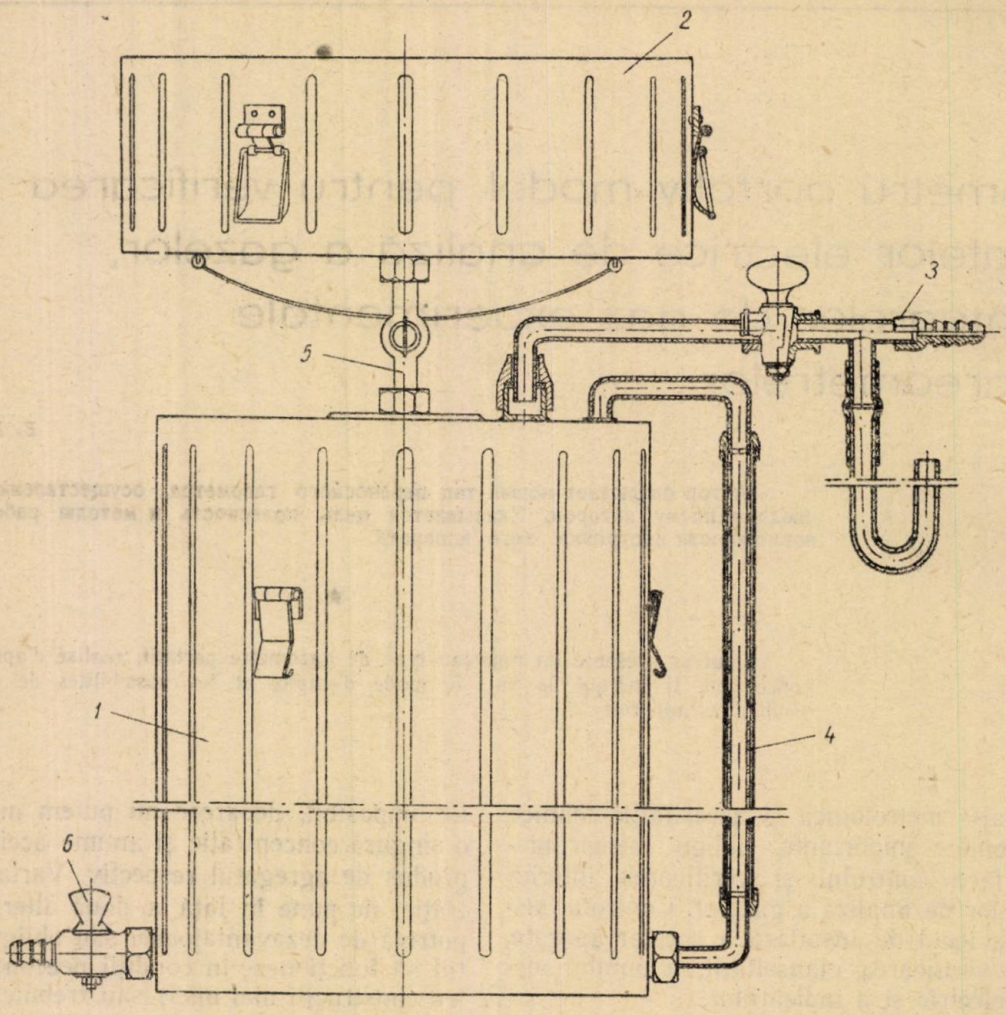


Fig. 1 a

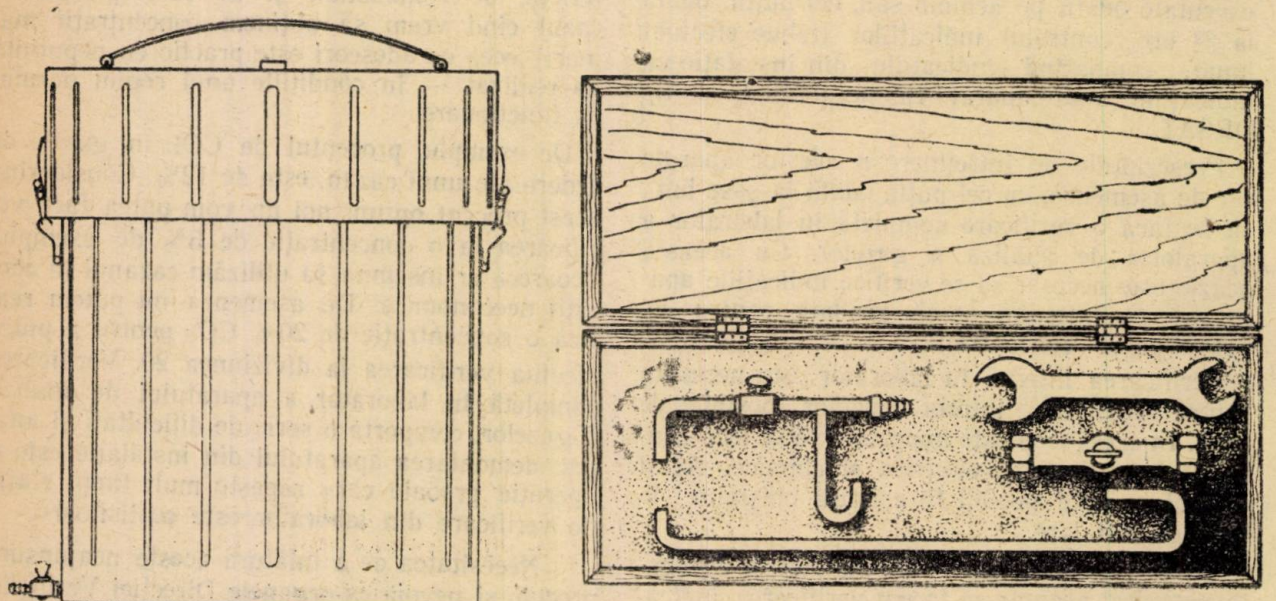


Fig. 1 b

presiunii la care se face amestecul); este rezistent din punct de vedere mecanic fiind construit din tablă de alamă nervurată pentru a nu se deteriora în timpul transportului; este incorodabil şi inoxidabil prin nichelarea lui la interior şi exterior; este transportabil datorită gabaritului redus, a greutăţii relativ mici şi a dispozitivului de transport; este etanş.

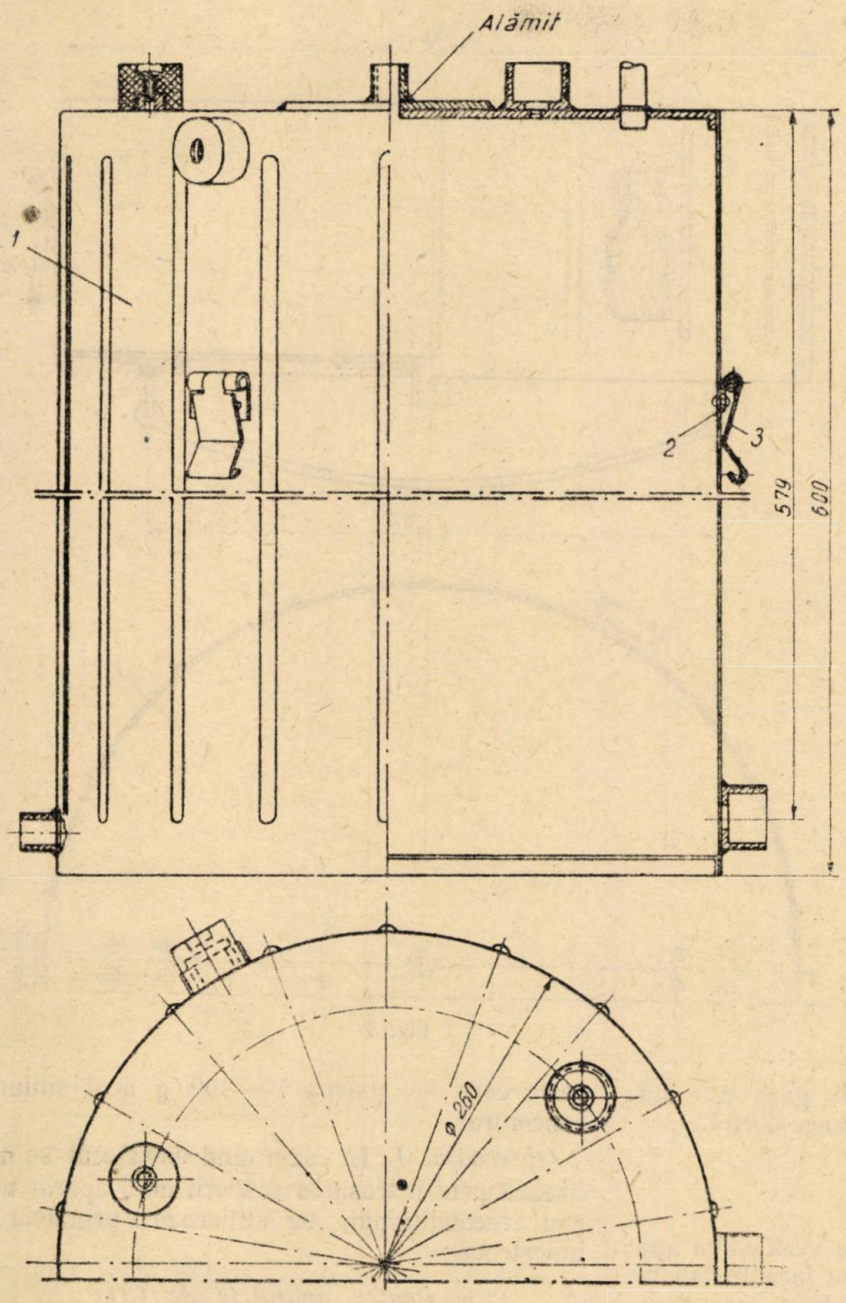


Fig. 2

. În linii mari aparatul se compune din două părţi şi anume: rezervorul de gaz (fig. 2) şi pîlnia de apă (fig. 3).

Gazometrul poate fi în stare de lucru (fig. 1 a) sau în stare de transport cînd toate dispozitivele de la rezervor sînt puse într-o trusă de lemn, aşa cum se vede în fig. 1 b.

Rezervorul de gaz este un vas cilindric din alamă de 1 mm grosime cu capacul superior tot din alamă însă de 2 mm grosime. El este nervurat longitudinal cu 18 nervuri şi se compune din rezervorul propriu zis cu sondă, tubul de nivel, robinetele pentru intrarea şi ieşirea apei, dispozitivului de evacuare a gazului cu tub manometric în „U" şi robinet şi dispozitivele de prindere a pîlniei de apă în timpul transportului. Dimensiunile sînt date în fig. 2.

Pîlnia de apă are de asemeni formă cilindrică şi este construită din tablă de alamă nervurată de 1 mm grosime. Pîlnia este de asemenea prevăzută cu o curea de transport şi dispozitivele de prindere la rezervorul de gaz, în timpul transportului. Legătura între pîlnia de apă şi rezervorul de gaz se face prin intermediul unui robinet cu două holendere, care se înşurubează la rezervorul de gaz şi la pîlnia de apă (robinetul de intrare a apei amintit la descrierea rezervorului de gaz). În stare de transport, pîlnia de apă este aşezată peste rezervorul de gaz şi prinsă în cele două dispozitive. Robinetele, tubul de nivel, tubul de ieşire a gazului sînt puse în trusă, în care mai există cheile necesare pentru montarea gazometrului şi punerea lui în stare de funcţionare.

Punerea gazometrului în stare de funcţionare se face în felul următor:

a. se montează la rezervor robinetul de intrare şi ieşire a apei, tubul de nivel şi dispozitivul de ieşire a gazului. Se montează pîlnia de apă prin prinderea ei la robinetul de intrare a apei cu jutorul holenderului.

b. se închide robinetul de ieşire a apei şi se deschid robinetele de intrare a apei şi de intrare a gazului (de la dispozitivul de intrare a gazului fig. 2).

Cu această ocazie se poate face controlul etanşeităţii, observînd dacă, la închiderea robinetului de intrare a gazului, nivelul lichidului creşte continuu (la tubul de nivel) ceea ce ar evidenţia lipsa de etanşeitate.

c. în situaţia dinainte de încercarea etanşeităţii se continuă umplerea cu apă a rezervorului şi a pîlniei, golind astfel tot gazul din gazometru.

d. Umplerea cu amestecul dorit se face în felul următor: se închide robinetul de intrare a apei, se conectează dispozitivul de gaze la sursa de gaz şi se deschide robinetul de ieşire a apei. Se reglează robinetele de intrare a gazului şi de ieşirea apei, astfel ca indicaţia monovacumetrului în „U" de la dispozitivul de intrare a gazului, să nu fie mai mare ca + 10 mm col. apă.

Umplerea se face în funcţie de diluţia dorită, faţă de nivelul lichidului din tubul de nivel.

De exemplu, dacă dorim ca amestecul să fie 20% CO_2 40% N_2 şi 40% CH_4 şi dacă tubul de nivel este gradat de la 0—100 mm, introducem pînă la diviziunea 80 CO_2, pînă la diviziunea 60 N_2 şi restul CH_4 (pornind bineînţeles de sus în jos).

e. După efectuarea amestecului dorit, se procedează la golirea gazometrului pentru folosirea amestecului în scopul urmărit.

Golirea gazometrului se face în modul următor: Se închide robinetul de ieşire a apei, robinetul de intrare a gazului şi se deschide robinetul de intrare a apei, reglîndu-se pînă ce amestecul de gaze este împins pentru utilizare, la presiunea dorită.

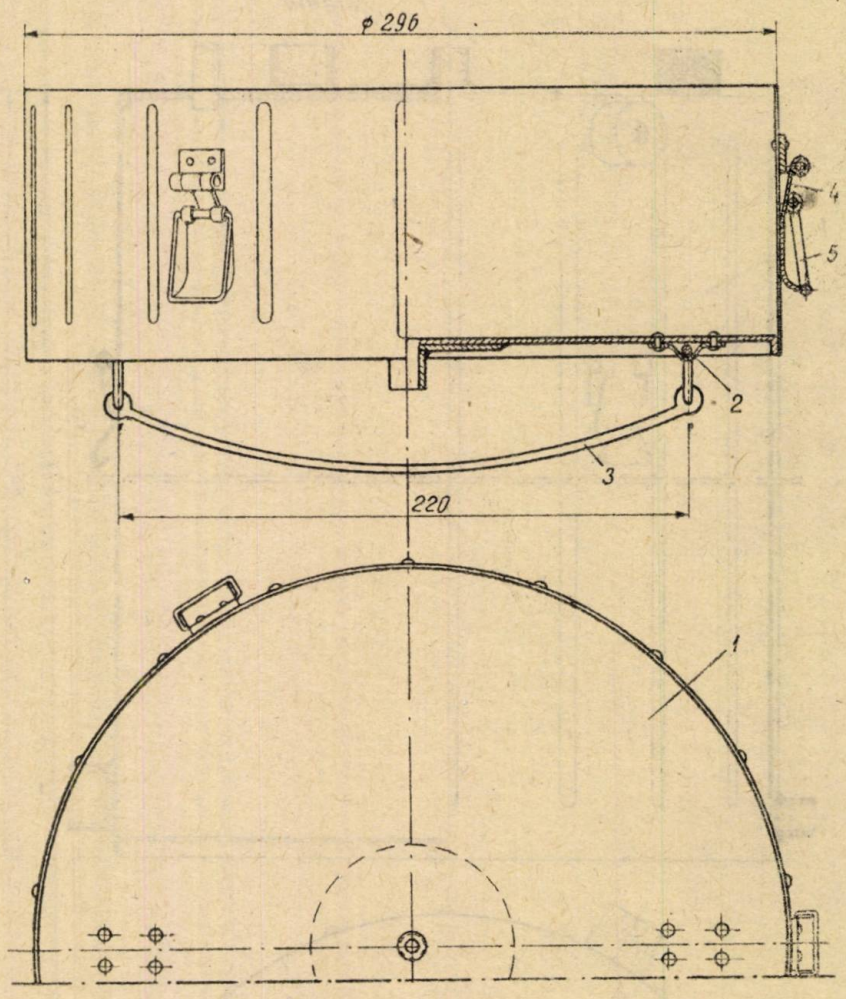


Fig. 3

* * *

Amestecul de gaze necesar la verificarea aparatelor de analiză a gazelor, se face în laboratorul întreprinderii respective, după care gazometrul se transportă mai întîi la locul de instalare a aparatului pe care îl verificăm.

Dăm aci — cu titlu informativ — cîteva moduri de preparare a gazelor, mai utilizate.

Bioxidul de carbon se prepară din marmură ($CaCO_3$) şi acid clorhidric (HCl) într-un aparat Kipp şi serveşte drept gaz activ pentru verificarea aparatelor de CO_2, în amestec cu aerul, sau pentru verificarea nulului electric la aparatele de O_2, pur.

Pentru producerea H_2 necesar verificării aparatelor de $CO+H_2$ se utilizează tot un aparat Kipp, cu zinc (Zn) şi acid clorhidric.

Pentru prepararea CO necesar verificării aceloraşi aparate se încălzeşte pînă la fierbere sub nişă într-un balon închis 10—15 g acid oxalic, peste care se toarnă 70—100 g acid sulfuric concentrat.

Observaţia 1. În cazul cînd amestecul se utilizează pentru trasarea scăderii unui aparat nou sau recondiţionat, se utilizează următoarele amestecuri:

1. *Pentru aparatele de CO_2*

Reper	5%	10%	15%
Amestec	$5 \pm 0{,}5\%CO_2$	$10 \pm 0{,}5\%CO_2$	$15 \pm 0{,}5\%CO_2$
„	$15 \pm 0{,}5\%O_2$	$10 \pm 0{,}5\%O_2$	$5 \pm 0{,}5\%O_2$
„	Restul N_2	Restul N_2	Restul N_2

Pentru aparatele de CO.

Dacă se utilizează amestecuri CO_2+ aer, se foloseşte o constantă egală cu 1,21 la care trebue împărţite indicaţiile aparatului model, pentru a se obţine valorile scăderii aparatului ce se gradează.

2. *Pentru aparatele de CO+N_2.*

Pentru o diviziune a milivoltmetrului indicator se trece prin receptor următorul amestec.

1 ± 0,2% CO
0,6 ± 0,2% H_2
restul aer.

Conţinutul de H_2 în % din volum	Valoarea coeficientului
1 —1,2	1,30
1,2—1,3	1,31
1,3—1,4	1,32
1,4—1,5	1,33
1,8—1,9	1,37

Dacă se utilizează amestecul H_2 + aer se foloseşte un coeficient de corecţie care înmulţit cu indicaţiile aparatului model, dă valorile scării aparatului ce se gradează.

Observaţia 2. In cazul cînd nu se utilizează ca lichid de manevră în gazometru apa cu sare (25 g NaCl la 1 apă), trebuie să se aştepte puţin înainte de golirea amestecului, pentru ca apa să absoarbă cantitatea de CO_2 pînă la saturaţie.

* *
*

Prezentînd în rîndurile de mai sus un aparat pe care îl considerăm necesar în laboratoarele termotehnice din diverse întreprinderi, datorită importanţei lui economice, credem că va fi construit de aceste laboratoare în care scop, putem pune la dispoziţie desenele de execuţie.

INDRUMATOR LEGISLATIV

I. Cu privire la caracterul personal al contravenţiilor constatate conform decretului 184 — 1954 şi a răspunderii pentru plata amenzilor.

Potrivit dispoziţiilor decretului 184/1954 (republicat în B.O. nr. 12, 1955), toate contravenţiile privind legislaţia metrologică au fost cuprinse într-un act normativ aprobat cu HCM 903/1954 (Colecţia 35/1954).

Cu ocazia constatării acestor contravenţii de către organele de control ale Direcţiei Generale de Metrologie, se aplică amenzi, fie unităţilor din sectorul socialist, fie salariaţilor din acele unităţi, vinovaţi de călcarea dispoziţiilor legilor metrologice, fie persoanelor din sectorul particular care folosesc sau posedă utilaj metrologic care nu corespunde prescripţiilor legale.

S-a observat că în exercitarea dreptului de atac contra încheierilor de amendare, şi în special atunci cînd nu se contestă existenţa contravenţiei, motivele de apărare invocate de cele mai multe ori se sprijină pe o greşită interpretare a art. 4 din actul normativ amintit, şi anume:

— Cînd amenda se aplică unităţii (ca persoană juridică), aceasta în loc să achite amenda şi s-o impute printr-o dispoziţie internă angajaţilor vinovaţi, indiferent cine ar fi aceştia, invocă prin reprezentanţii ei legali fel de fel de motive spre a „salva" pe culpabili.

— Cînd amenda se aplică direct celor vinovaţi, aceştia de regulă cer prin apărarea care o fac, să se constate că vina o poartă conducerea instituţiei.

Dacă s-ar lua de bune astfel de apărări şi metode de disculpare, ar însemna că Direcţia Generală de Metrologie, trebuie să anuleze toate amenzile aplicate şi astfel ar rezulta o situaţie de fapt foarte curioasă:

— utilajul metrologic rămîne în suferinţă faţă de obligaţiile legale, cu toate urmările care decurg din aceasta în producţia şi în circulaţia bunurilor;

— practic de călcarea dispoziţiilor legale nu ar fi nimeni răspunzător.

Pentru lămurirea deplină a problemei caracterului personal al contravenţiilor şi al răspunderii pentru plata amenzilor, facem următoarele precizări:

Este adevărat că răspunderea pentru buna întreţinere, justa folosire şi prezentarea la verificare a utilajului metrologic o are unitatea respectivă, prin conducerea ei. Conducerea însă, la rîndul său, trasează aceste sarcini în mod concret responsabililor metrologi, a căror existenţă legală este reglementată prin Regulamentul organizării supravegherii măsurilor şi aparatelor de măsurat în întreprinderi, (Colecţia de H.C.M. nr. 12/1953).

Toţi aceşti factori, trebuie să ştie, că potrivit dispoziţiilor legale nimeni nu poate folosi, deţine sau chiar avea în primire (fără a folosi) utilaj metrologic cît de neinsemnat, fără ca acesta să fie verificat pe anul în curs, să fie exact şi bine întreţinut

Atunci cînd organele noastre de control, constatînd nerespectarea acestor dispoziţii, pot identifica pe acei vinovaţi (pe posesor, pe acel care îl foloseşte sau care are răspunderea prezentării la verificare sau bunei întreţineri) sînt datoare ca, în procesul verbal de constatare să specifice numele persoanei vinovate, identificînd-o prin buletinul de identitate.

Numai în cazul cînd vinovatul nu poate fi identificat sau nu este cunoscut, procesul verbal de constatare se întocmeşte pe numele unităţii respective, care este obligată a achita amenda, cînd formele s-au definitivat imputînd după aceea salariaţilor vinovaţi, amenda şi despăgubirile civile respective potrivit normelor prevăzute de art. 4 din actul normativ aprobat cu H.C.M. 903/1954.

De multe ori însăşi conducerea unităţilor, care are răspunderea prevăzută de art. 12 şi 13 din decretul 21/1954, este în culpă prin aceea că nu se ocupă personal de problemele metrologice şi nici nu trasează sarcinile respective responsabilului metrolog a cărui existenţă este obligatorie şi a cărei lipsă de pe statele de funcţiuni se consideră infracţiune penală (art. 242, 245 cod penal).

In aceste cazuri răspunderea achitării amenzii, o are conducerea şi nu unitatea.

Organele controlului de stat şi celelalte organe de control financiar, nu admit ca amenzile administrative cu caracter contravenţional să fie achitate din alte fonduri decît din salariul celui vinovat, aşa cum în cadru metrologic este stabilit prin art 18 din decretul 21/1954 şi art. 4 din actul normativ aprobat cu H.C.M. 903/1953.

Tendințele moderne în construcția aparatelor electrice de inducție

G. A. DRUGOV și A. M. ILIUCOVICI

În procesul de dezvoltare în construcția de contoare electrice în străinătate, s-au schițat și în prezent s-au conturat în mod definitiv două căi principale, care pot fi în mod convențional numite *americană* și *europeană*. Prima dintre ele este caracterizată prin complexitatea tehnologică a construcției, prin nedemontabilitatea și excluderea posibilității reparațiilor capitale sau a înlocuirii ansamblelor principale și a pieselor, prin trecerea părții precumpănitoare de lucrări de confecționare asupra operațiilor de pregătire a semifabricatelor, prin domenii înguste de măsurare, prin ireversibilitate sau chiar prin lipsa reglării, etc. Cele mai caracteristice tipuri de contoare de acest fel sînt contoarele de tipul I-16 (fig. 1) și I-50 ale firmei G.E.C. Particularitățile construcției acestora din urmă constau în următoarele:

Sistemul magnetic constă dintr-un ansamblu rigid, în care legătura între sistemul serie și sistemul paralel se realizează cu ajutorul unor aripi din tole care formează corp comun cu miezul circuitului serie. Montajul de calitate al sistemului magnetic într-un singur tot se realizează prin confecționarea pieselor după clase superioare de precizie, aceasta asigurîndu-se prin folosirea unor aparate de mare precizie și scumpe. Miezul circuitului paralel este construit nedemontabil. Montarea bobinei de tensiune pe corpul central al miezului se execută prin așezarea cu ajutorul unor mașini automate speciale. Montarea bobinei de curent pe miezul circuitului serie este de asemenea îngreuiată și se execută cu ajutorul unor dispozitive speciale. După aceasta ambele bobine se înecă într-o masă de butilcauciuc, din care cauză este exclusă posibilitatea reparării sistemului magnetic. Greutatea brută a oțelului electrotehnic consumat pentru confecționarea sistemului magnetic este foarte mare.

Suportul contorului este confecționat prin turnare sub presiune, odată cu turnarea a doi magneți în formă inelară din aliaj de calitate superioară, desigur, de tipul magnico.

Fixarea rigidă a magneților cu reglarea prin șunt în limita de numai 3%, exclude în mod practic posibilitatea înlocuirii acestui ansamblu în timpul reparației.

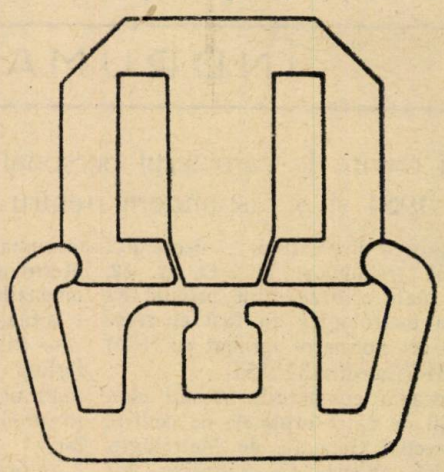


Fig. 1

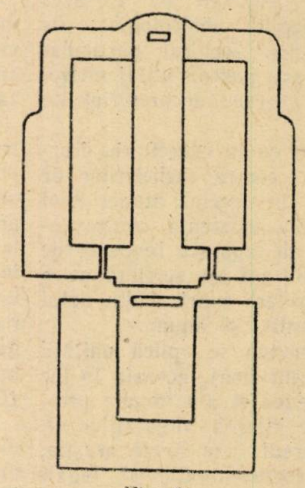


Fig. 2

Caracteristica de sarcină se încadrează în clasa de precizie cerută pînă la 400% din sarcina nominală și este obținută pe seama unui moment de rotație (cuplului) relativ mic (-3,7 gr/cm), a unui consum mare în circuitul paralel — (1,6 W) și unei viteze no-

minale de rotaţie excepţional de mici a părţii mobile - (16,5 rot/minut). În afară de aceasta în contor este folosit un şunt magnetic, al cărui material, la fel ca şi materialul sistemului magnetic, se controlează minuţios şi se alege pe loturi. Pentru reazimele părţii mobile se utilizează suspensia magnetică, care reduce frecarea în reazime şi uzura lor. Acest procedeu însă nu se consideră deocamdată ca fiind dovedit definitiv ca raţional. Mecanismul totalizator, de tipul cu ac, este de calitate superioară, dar cu citire dificilă a indicaţiilor.

Consumul specific de materiale pe contor este foarte mare iar greutatea controlului este de aproximativ 3 kg.

Pe cale de dezvoltare analoagă cu cea denumită de noi convenţional americană, merg şi firmele engleze, în primul rînd Metropolitan Vickers. Construcţiile firmelor engleze posedă, de regulă, aceleaşi particularităţi caracteristice ca şi contorul descris de tipul I-50, dar se deosebesc printr-o prelucrare constructivă mai puţin aprofundată a fiecărui ansamblu în parte şi, prin urmare, printr-o mai mare complexitate şi printr-un preţ de cost mai ridicat.

Calea europeană de dezvoltare a construcţiei de contoare este, în multe privinţe, direct opusă celei americane şi se deosebeşte prin simplitatea maximă a formelor de construcţie, prin utilizarea pe scară largă a pieselor ştanţate, prin trecerea unei părţi însemnate a volumului de muncă pentru confecţionarea contoarelor asupra montajului şi reglării, prin folosirea la confecţionarea pieselor, a unor clase de precizie puţin ridicate, prin reducerea la maximum a preţului de cost a contorului, etc. Tipurile cele mai caracteristice sînt contoarele firmelor germane W 9, W 1, etc. Tot în această categorie intră şi contorul modern de fabricaţie cehoslovacă de tipul EJ 6-b (Crjijik).

Vom analiza particularităţile distinctive ale acestei direcţii de dezvoltare în construcţia contoarelor, luînd ca exemplu contorul de tip W 1 (fig. 2) (Republica Democrată Germană). Ele constau în următoarele:

Construcţia contorului prevede un consum minim de materiale şi de aceea greutatea lui este de numai aproximativ 1,4 kg. Sistemul magnetic constă din două circuite separate — serie şi paralel, calculate pentru un consum minim de oţel electrotehnic. Montajul sistemului magnetic într-un întreg se realizează pe un suport ştanţat cu ajutorul şuruburilor, folosind şabloane şi dispozitive. Montajul bobinelor de curent şi tensiune pe miezuri nu întîmpină dificultăţi. Magnetul de frînare este confecţionat din material ieftin şi se fixează de suport în aşa fel, încît permite să se facă reglarea sarcinii principale în limite largi. Dispozitivele de reglare, ţinîndu-se seama de decalajul de faze în reţea, de sarcinile mici, de autopropulsie şi sensibilitate, sînt foarte simple şi permit executarea reglării în două sensuri.

Caracteristica de sarcină se încadrează în clasa de precizie cerută pînă la 200% din sarcina nominală şi este obţinută avînd momentul de rotaţie (cuplul) mare (5,7 gr/cm.), consumul propriu al circuitului paralel fiind mic - (0,35W) şi viteza nominală de rotaţie mare - (50 rot./min.), prin folosirea unui şunt magnetic cu un dispozitiv care permite să se facă în caz de nevoie reglarea acţiunii lui în domeniul suprasarcinilor.

Ca reazim pentru partea mobilă serveşte un ac bine şlefuit (lagărul superior) şi cuplul bilă-piatră, de o execuţie superioară. Mecanismul totalizator de tip tambur, este cu acţiune discontinuă, cu tambur din mase plastice, cu axă şlefuită şi cu o finisare tehnologică minuţioasă a tuturor pieselor.

Contoarele de tip european au fost în toate etapele de dezvoltare fabricate în serie mare şi ieftine.

În U.R.S.S. industria constructoare de contoare a început să se dezvolte deabia în al 20-lea an al puterii sovietice şi după caracterul dezvoltării sale se apropie de direcţia europeană. Calea sovietică de construcţie a contoarelor, liberă de neajunsurile pe care le provoca concurenţa, de consideraţii în legătură cu patentele, reclama şi altele asemănătoare, este cu totul independentă. O trăsătură caracteristică a acestei căi o constituie producţia în masă pe baza unificării tipurilor şi tehnologiei, în scopul satisfacerii maxime a cerinţelor de contoare electrice. Cea mai largă răspîndire au obţinut-o în U.R.S.S. contoarele de clasa 2,5 tip B_2 şi M, cu sistemul magnetic radial, şi contorul, care le-a înlocuit, de tipul SO, de construcţie mai simplă, calculat pentru metode tehnologice înaintate şi întrucîtva mai bun în ce priveşte proprietăţile metrologice.

Contorul tip SO, iar apoi, începînd din anul 1952 tipul modernizat constructiv SO-1 (folosind un suport rigid unic), se produce de 5 ani şi s-a arătat a fi o construcţie pe deplin satisfăcătoare pentru producţia de masă. Construcţia contorului tip SO-1 se bazează pe metodele tehnologice cele mai înaintate; ştanţare, presarea maselor plastice, turnare sub presiune, refularea la maşini automate, etc. Montajul unui şir de ansamble şi a contorului în întregime, precum şi reglarea lui, se execută pe banda rulantă. Construcţia contorului tip SO-1 este calculată pentru un consum minim de materiale şi prevede ştanţarea fără deşeuri a seriei de piese de masă mai mare (ştanţarea comună a tolelor, miezurilor, sistemului magnetic, a bornelor, etc.).

Perfecţionarea mai departe şi creşterea calităţii contoarelor de producţie sovietică

trebuie să meargă în mare măsură pe linia atragerii la nivelul corespunzător a ramurilor industriale importante, legate de fabricarea contoarelor, care încă nu au dat suficientă atenţie cerinţelor tehnicii construcţiei contoarelor. Astfel deficienţele constatate la un ansamblu atît de important cum este mecanismul totalizator, constau în cele mai dese cazuri din aceea că posedă o frecare ridicată şi insuficient de stabilă în părţile lui mobile. Aceasta se întîmplă în special din cauză că industria noastră n-a depus pînă în prezent eforturile necesare pentru însuşirea producţiei de materiale de calitate corespunzătoare pentru tamburii de mase plastice, prin folosirea cărora se poate micşora frecarea în mecanismul contorului. Tamburii mecanismului totalizator al contorului de tip SO-1 se fabrică, pînă în prezent, din aliaj de plumb care este greu şi creează dificultăţi în realizarea unei turnări de calitate. De asemenea trebue să fie însuşită de către industria noastră confecţionarea sîrmelor de oţel de mare rezistenţă cu diametru mic şi cu o calitate superioară a suprafeţii, pentru axele mecanismului totalizator şi coarda lagărului superior, ceea ce de asemenea va îmbunătăţi condiţiile de lucru ale părţii mobile în ce priveşte momentul de frecare (cuplul de frecare). Tot în această categorie de cerinţe ale construcţiei de contoare faţă de ramurile industriale învecinate, trebuie arătată necesitatea confecţionării pieselor pentru reazimul inferior — bilei şi pietrei — cu garantarea unei serii de parametri importanţi, ceea ce va reduce probabilitatea uzurii rapide a reazimului inferior şi va exclude posibilitatea scoaterii din funcţiune înainte de vreme a contorului.

Enumerarea cerinţelor cu caracter asemănător poate fi continuată cu exemple de felul acesta, cum este necesitatea obţinerii unui conductor emailat, în locul celui de marca PEL, care ar permite să se înlăture izolaţia dintre straturile bobinei de tensiune, şi, prin aceasta, să se îmbunătăţească simţitor parametrii finali ai construcţiei; necesitatea confecţionării unui aliaj de compensaţie termică cu o mare stabilitate a caracteristicilor; necesitatea obţinerii pentru confecţionarea circuitelor magnetice a unor oţeluri electrotehnice cu proprietăţile necesare garantate în domeniul inducţiilor slabe, etc.

Totodată este de menţionat că construcţia contorului tip SO-1, conţine prin ea însăşi o serie întreagă de neajunsuri esenţiale, care se reflectă în primul rînd asupra proprietăţilor lui metrologice. Aceasta se observă în mod deosebit în ultimul timp, cînd, datorită creşterii impetuoase a consumului de energie electrică în economia naţională şi în viaţa de toate zilele a muncitorilor, contorului i se impun cerinţe mai înalte.

Ca una dintre cele mai importante lipsuri a contorului SO-1 trebuie menţionată caracteristica de sarcină naturală, care este nesatisfăcătoare în domeniul sarcinilor mici. Prin această caracteristică se înţelege caracteristica naturală a contorului cînd lipsesc momentele de autopropulsie (cuplele de autopropulsie), provocate de circuitul serie şi dispozitivele de compensare de tipul şuntului magnetic. În fig. 3 este reprezentată caracteristica naturală de sarcină a contorului tip SO-1, aflată ca medie între indicaţiile contorului la rotirea discului în sens direct şi invers, aceasta excluzînd influenţa momentelor de autopropulsie şi de trecere a curentului iar frecarea părţii mobile fiind redusă la minim (mecanismul totalizator este scos, reazimele controlate minuţios, etc.). Determinarea experimentală a acestei caracteristici permite să se aprecieze suficient de precis şi corect prezenţa şi mărimea erorii, datorită dependenţei nelineare între curent şi fluxul de lucru al circuitului serie şi, dă în acest mod o imagine clară a calităţii contorului în domeniul sarcinilor mici. Caracteristica naturală de sarcină a contorului tip SO-1, arată că eroarea datorită nelinearităţii este foarte mare. De aceea, pentru obţinerea caracteristicii de sarcină rezultantă, care să se încadreze în limitele cerute, este necesar să se introducă momente compensatoare de valoare mare de la circuitul paralel, care compensează nu numai momentele (cuplele) de frecare în partea mobilă, dar şi eroarea datorită nelinearităţii. În ultimă analiză, caracteristica de sarcină rezultantă cos. φ fiind egal cu 1 în general şi pentru contoarele tip SO-1 în special, capătă un caracter pronunţat de cupă, iar la cos. $\varphi = 0{,}5$, datorită momentului de rotaţie de două ori mai mic, la aceeaşi valoare a momentului de compensare posedă erori mai pozitive, decît în cazul cos. $\varphi = 1$.

O asemenea desfăşurare a caracteristicilor de sarcină rezultante complică reglarea contorului şi îngreuiază mult posibilitatea utilizării lui la o clasă de precizie mai mare de 2,5. Această deficienţă este resimţită şi de furnizorii de energie, datorită lipsei de contoare cu transformatoare pentru sistemele cu patru conductori.

Nu este de mică importanţă şi faptul că desfăşurarea caracteristicei naturale de sarcină determină comportarea contorului la sarcini mici. Momentul (cuplul) de compensare de la circuitul de tensiune, care se introduce pentru corectarea caracteristicii de sarcini în domeniul sarcinilor mici, sarcina fiind deconectată, poate provoca autopropulsie părţii mobile. Eliminarea autopropulsiei şi asigurarea sensibilităţii este cu atît mai uşoară, iar probabilitatea instabilităţii următoare în acest regim este cu atît mai mică, cu cît este mai

bună caracteristica naturală de sarcină în domeniul sarcinilor mici.

Terminînd cu aceasta analiza comportării contorului la sarcini mici şi regimul autopropulsie-sensibilitate, este de remarcat că caracteristica naturală de sarcină a contorului tip SO-1 îngreunează obţinerea unei calităţi înalte a funcţionării contorului în aceste regimuri şi impune introducerea unor modificări constructive, care să ducă la îmbunătăţirea ei radicală. Corectarea caracteristicii naturale de sarcină în domeniul sarcinilor mici poate fi realizată prin trei procedee:

— prin alegerea mai corectă a parametrilor de construcţie ai circuitului serie (această problemă este foarte complicată şi trebuie lămurită separat);

— prin introducerea de căi pe miezul circuitului serie pentru fluxul de lucru al circuitului paralel (aşa zisa „magnetizare suplimentară"), ceea ce elimină din cîmpul de acţiune al circuitului serie porţiunea cea mai curbilinie a curbei de magnetizare;

— prin folosirea calităţilor de oţel electrotehnic, cu porţiunea de la început a curbei de magnetizare mai puţin curbă şi cu permeabilitatea magnetică mare în zona cîmpurilor slabe. Astfel, de exemplu numai folosirea oţelului electrotehnic de marca E4 în locul mărcii E1, folosite în prezent pentru miezul circuitului serie, face să se îmbunătăţească caracteristica naturală de sarcină în domeniul sarcinilor mici de 2—2,5 ori, ceea ce evident, este pe deplin satisfăcător. O asemenea îmbunătăţire radicală a caracteristicii naturale de sarcini în domeniul sarcinilor mici, direct la contorul tip SO-1 este raţională numai dacă se modifică forma geometrică a circuitului magnetic, întrucît fără aceasta şi fără reducerea vitezei de rotaţie a discului ea provoacă o oarecare înrăutăţire a caracteristicei în domeniul suprasarcinilor. De aceea problemele legate de domeniul sarcinilor mici, trebuiesc rezolvate într-un complex unic cu problemele legate de capacitatea de supraîncărcare.

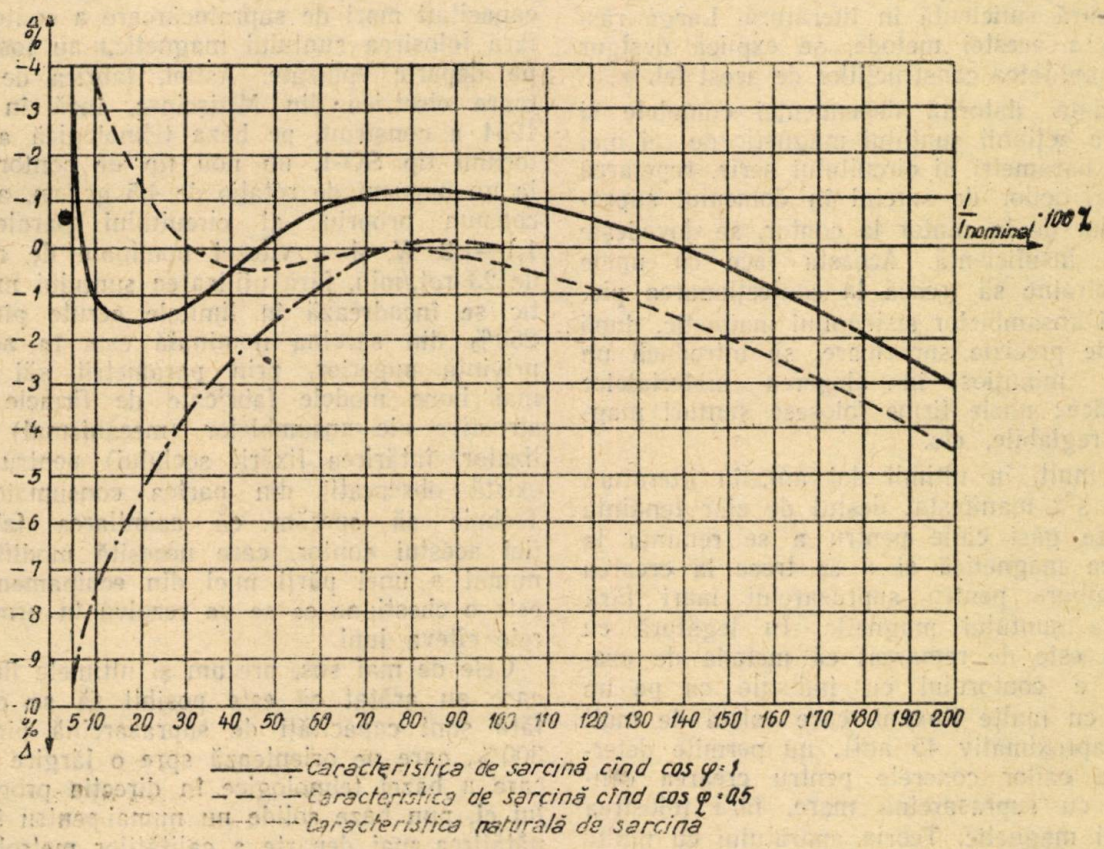


Fig. 3. Caracteristica de sarcină cînd cos. φ = 1; 2—caracteristica de sarcină cînd cos. φ = 0,5; 3—caracteristica naturală de sarcină; 4—nominal.

Problema creşterii capacităţii de supraîncărcare a contorului trebuie rezolvată desigur de pe poziţii raţionale, fără copierea oarbă a acelor firme din străinătate, care, din considerente legate de instalarea contoarelor în gospodării fermiere mari, în ateliere, etc. şi din considerente simple de reclamă produc contoare cu o capacitate de suprasarcină pînă la 400% din sarcina nominală, complicînd prin aceasta construcţia lor, şi mărindu-le preţul de cost. În condiţiile economiei noastre naţionale pentru următorii 10 ani, este limpede că se poate considera cu totul satisfăcător con-

torul cu o capacitate de supraîncărcare de 200—250%.

Ca procedeu de obținere a contoarelor cu capacitate mare de supraîncărcare, se folosește pînă în prezent, șuntarea magnetică a circuitului serie, combinată cu reducerea vitezei nominale de rotație a părții mobile. Teoria șuntării magnetice este destul de complicată și, pînă în prezent, nu a fost clarificată în măsură suficientă în literatură. Larga răspîndire a acestei metode, se explică desigur prin simplitatea construcțiilor de acest fel.

Totodată, datorită dependenței complete și rigide a acțiunii șuntului magnetic de cei mai diferiți parametri ai circuitului serie, repetarea caracteristicilor de sarcini în domeniul suprasarcinilor de la contor la contor, se dovedește evident insuficientă. Aceasta face ca unele firme străine să treacă la confecționarea pieselor și ansamblelor sistemului magnetic, după clase de precizie superioare, să introducă un control minuțios în alegerea materialelor magnetice; unele firme folosesc șunturi magnetice reglabile, etc.

Mai mult, în ultimii doi ani, în literatura străină s-a manifestat destul de clar tendința de a se găsi căile pentru a se renunța la șuntarea magnetică și a se trece la crearea de contoare pentru suprasarcini mari fără folosirea șuntului magnetic. În legătură cu aceasta este de remarcat că metoda de examinare a contorului cu inducție ca pe un aparat cu multe fluxuni, care există de mult timp (aproximativ 45 ani), nu permite determinarea căilor concrete pentru crearea contorului cu suprasarcină mare, fără folosirea șuntului magnetic. Teoria aparatului cu multe fluxiuni, s-a dovedit a fi insuficient de veridică, lucru care a determinat necesitatea trecerii la teoria mai completă și mai corectă din punct de vedere fizic a cîmpului de fugă, care privește contoarele sub un aspect complet nou și dă indicații concrete pentru îmbunătățirea caracteristicii de sarcină în domeniul suprasarcinilor. Avînd în vedere importanța și complexitatea acestei probleme, ea trebuie cercetată separat. Lucrările executate în ultimii ani cu participarea autorilor, au confirmat valabilitatea teoriei cîmpului de fugă și au arătat că, posibilitățile de obținere a unei capacități mari de supraîncărcare a contorului, fără folosirea șuntului magnetic,n-au fost nici pe departe epuizate. Astfel, fabrica de contoare electrice din Mîtișcinsc, încă în anul 1954 a construit, pe baza tehnologică a contorului tip SO-1, un nou tip de contor care la un moment de rotație de 4,5 gr./cm, a unui consum propriu al circuitului paralel de 1,1—1,2 W și a vitezei nominale de rotație de 23 rot./min, fără utilizarea șuntului magnetic se încadrează în limitele cerute pînă la 250% din sarcina nominală este în această privință superior, prin parametrii săi celor mai bune modele fabricate de firmele constructive ale ansamblelor (mecanismul) totalizator, întărirea fixării soclului) pentru care există observații din partea consumatorilor. Trebuie să sperăm că asimilarea fabricației acestui contor, care necesită modificarea numai a unei părți mici din echipament, — este o chestiune ce se va rezolva în următoarele cîteva luni.

Cele de mai sus, precum și ultimele lucrări, care au arătat că este posibil să se obțină fără șunt capacități de suprasarcină pînă la 300%, care ne orientează spre o lărgire oarecare a bazei tehnologice în direcția progresului ei, pun baze solide nu numai pentru îmbunătățirea mai departe a calităților metrologice ale contorului, dar și pentru reducerea însemnată a prețului de cost, prin micșorarea gabaritelor și greutății și prin îmbunătățirea tehnologiei construcției.

Dziesiętnej F
2434
VIII
CSERE
TAUSCH - WYMIANA
CMEHA

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECŢIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIŞTRI

3

Martie 1956

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

— Развитие научно-исследовательских работ по метрологии и укрепление Государственной службы мер и измерительных приборов 3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИЙ

Проф. АЛ. САНИЛЕВИЧ, член-корреспондент Академии Наук РНР: Способы измерения деятельности радиоактивных веществ 7

М. СОЛОМОН: Работа электроприборов для анализа CO_2 и $CO + H_2$ в производственных условиях 12

Инж. Г. ИВАНОВИЧ: Штефан Ч. Гепитес — предшественник метрологии 17

Инж. Е. САФИР: Важность измерений в пищевой промышленности 19

Пр ф. ЭД. НИКОЛАУ: Причины неточности при отдельных обмерах параметров высокочастотных сетей 25

Стр.

М. ОНЧЕСКУ: По поводу создания системы величин и единиц в радиологии 31

Д. ФОКШЭНЯНУ: Постоянные погрешности при измерении температуры 38

* * *: Новые измерительные приборы в сернокислотной промышленности 41

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Л. МАНОИЛ Каким образом областные отделы мер и поверок должны поддерживать внутреннюю наблюдательную сеть при предприятиях . 43

НОВШЕСТВА

* * *: Переключатель на две сети 46

Стреломер 46

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

РЕЦЕНЗИИ

SOMMAIRE

Pag.

Le développement des recherches scientifiques dans le domaine de la métrologie et la nécessité d'intensifier l'activité du service d'Etat des poids et mesures 3

PROBLÈMES TEHNIQUES DE LA METROLOGIE APPLIQUEE

Prof. AL. SANIELEVICI, membre correspondent de l'Académie de la R.P.R.: Méthodes pour mesurer l'activité des substances radioactives 7

M. SOLOMON: Le comportement dans l'exploitation des appareils électriques CO_2 et $CO + H_2$ 12

Ing. GH. IOANOVICI: Un précurseur de la métrologie roumaine: Etienne Hepites 17

Ing. E. SAFER: L'importance des mesures dans l'industrie alimentaire 19

Prof. ED. NICOLAU: Les causes du manque de précision de certaines mesures effectuées sur les paramètres des circuits de haute fréquence 25

Pag.

M. ONCESCU: Sur la constitution des systèmes de grandeurs et unités en radiologie . . . 31

D. FOCŞENEANU: Erreurs permanentes dans la mesure de la température 38

* * * Nouveaux instruments de mesure pour l'industrie de l'acide sulfurique 41

PROBLÈMES ECONOMIQUES ET D'ORGANISATION DE LA METROLOGIE APPLIQUEE

DINU MANOIL: Comment les services régionaux de verifications et mesures doivent appuyer l'activité du réseau de contrôle métrologique interne dans les entreprises 43

INNOVATIONS

— Comutateur pour deux circuits 46

— Flèchemètre 46

GUIDE LEGISLATIF

RECENSION

ANUL III Nr. 3

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

APARE LUNAR SUB INGRIJIREA
UNUI COMITET DE REDACȚIE

3

Martie 1956

SUMAR

Pag.

— Dezvoltarea lucrărilor de cercetări ştiinţifice în domeniul metrologiei şi întărirea serviciului de stat pentru măsuri şi aparate de măsurat . . 3

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Prof. AL. SANIELEVICI, Membru corespondent al Academiei R.P.R.: Metode de măsurare a activităţii substanţelor radioactive 7

M. SOLOMON: Comportarea în exploatare a aparatelor electrice de CO_2 şi $CO+H_2$ . . . 12

Ing. GH. IVANOVICI: Un precursor al metrologiei: Ştefan C. Hepites 17

Ing. E. SAFER: Importanţa măsurărilor în industria alimentară 19

Prof. ED. NICOLAU: Cauzele lipsei de precizie în unele măsurări de parametri ai circuitelor de înaltă frecvenţă 25

M. ONCESCU: În legătură cu constituirea sistemelor de mărimi şi unităţi în radiologie . 31

D. FOCŞĂNEANU: Erori permanente în măsurarea temperaturii 38

* * * : Noi aparate de măsurat în industria acidului sulfuric 41

PROBLEME ECONOMICO-ORGANIZATORICE ALE METROLOGIEI APLICATE

D. MANOIL: Cum trebue să sprijine serviciile regionale de verificări şi măsuri reţeaua de supraveghere internă a întreprinderilor 43

INOVAŢII

* — Comutator inversor pentru două circuite 46

* * — Indicator de săgeată 46

INDRUMĂTOR LEGISLATIV

RECENZIE

Dezvoltarea lucrărilor de cercetări ştiinţifice în domeniul metrologiei şi întărirea serviciului de stat pentru măsuri şi aparate de măsurat *)

Sub conducerea Partidului Comunist, poporul sovietic păşeşte cu hotărîre pe drumul construirii comunismului.

Ca urmare a traducerii în viaţă a politicii Partidului Comunist în ceea ce priveşte dezvoltarea accelerată a industriei grele, a fost asigurată reechiparea tehnică a economiei noastre naţionale. Industria noastră în creştere vijelioasă a fost dotată cu o tehnică avansată.

O importanţă deosebit de mare pentru dezvoltarea economiei noastre naţionale o are introducerea în industrie a tehnicii noi, în vederea creşterii continue a productivităţii muncii.

Un rol uriaş în îmbunătăţirea activităţii industriei şi a progresului tehnic îl au hotărîrile Plenarei din iulie 1955 a C.C. al P.C.U.S. „Despre problemele referitoare la continua dezvoltare a industriei, înfăptuirea progresului tehnic şi îmbunătăţirea organizării producţiei". In aceste hotărîri au fost definite căile de dezvoltare mai departe a industriei socialiste, au fost arătate lipsurile existente în activitatea acestora, ridicîndu-se în acelaş timp şi problemele perfecţionării industriei şi a dezvoltării tehnicei progresiste.

La plenara din iulie a C.C. al P.C.U.S., tov. Bulganin N.A. a spus că, apreciind după merit succesele industriei, noi sîntem obligaţi să scoatem la iveală cu o francheţă bolşevică toate neajunsurile în activitatea noastră, pentru a stabili căile lichidării acestora.

Hotărîrea Plenarei din iulie a C.C. al P.C.U.S. reprezintă un adevărat program de luptă pentru întregul sistem al Comitetului de standardizare, măsuri şi aparate de măsurat de pe lîngă Consiliul de Miniştri al U.R.S.S., al institutelor de cercetări ştiinţifice ale Comitetului şi a laboratoarelor de control de stat, în ceea ce priveşte tehnica măsurărilor.

Rezolvarea problemelor ridicate de Plenară, referitoare la introducerea tehnicii noi şi a tehnologiei avansate, a mecanizării şi automatizării proceselor de producţie, este indisolubil legată de dezvoltarea tehnicii măsurărilor din ţara noastră.

Rezolvarea acestor probleme nu poate fi obţinută dacă nu se vor ridica tehnica măsurărilor, construcţia de aparate, serviciile de stat şi departamentale pentru măsurări şi aparate de măsurat — pe o treaptă nouă, mai înaltă.

Plenara a arătat activitatea nesatisfăcătoare a industriei noastre constructoare de aparate, rămînerea în urmă în realizarea şi asimilarea unor aparate de măsurat noi, mai perfecţionate.

In ultimii 3 ani (1952—1954) industria a elaborat numai 663 tipuri noi de măsuri şi aparate de măsurat, admise spre fabricaţie, în urma încercării de stat a acestora în institutele Comitetului de standardizare, măsuri şi aparate de măsurat.

Intr-o serie de cazuri industria construcţiei de aparate fabrică aparate de calitate inferioară, de construcţie învechită, ale căror caracteristici tehnice şi date de exploatare sînt inferioare aparatelor analoage fabricate de diferite firme străine.

O însemnată rămînere în urmă se observă în dotarea industriei cu aparataj de control şi măsurat specializat pentru conducerea automată a proceselor tehnologice.

O altă deficienţă în domeniul dezvoltării construcţiei de aparate o constituie de asemenea şi ritmul lent de asimilare a fabricaţiei în serie a noilor tipuri de aparate concepute.

Ca o urmare a unei producţii insuficiente de aparate de măsurat, necesarul de asemenea aparate este satisfăcut numai în proporţie de 50%, iar la unele aparate chiar şi mai puţin.

Plenara din iulie a scos la iveală neajunsuri serioase în organizarea activităţii de cercetări ştiinţifice şi a trasat căile pentru înlăturarea acestora, a ridicat problema desfăşurării pe o scară largă a lucrărilor de cercetări ştiinţifice şi a lucrărilor de proectare-construcţie.

In Rezoluţia Plenarei se vorbeşte despre necesitatea „activării muncii institutelor de cercetări ştiinţifice, a institutelor de învăţămînt superior, a birourilor de construcţie şi a laboratoarelor uzinale, concentrînd atenţia lor asupra rezolvării problemelor care au o însemnătate primordială în realizarea progresului tehnic ; extinderea bazei exprimentale şi îmbunătăţirea simţitoare a echipamentului tehnic al laboratoarelor întreprinderilor, institutelor de cercetări ştiinţifice şi a institutelor de învăţămînt superior".

In lumina acestor condiţii, neajunsurile din funcţionarea institutelor de cercetări ştiinţifice

---

* Extras din revista sovietică „Tehnica Măsurătorilor" Nr. 6/1955.

ale Comitetului de standardizare, măsuri şi aparate de măsurat, ce execută cercetări ştiinţifice în domeniul metrologiei şi efectuează lucrările pentru menţinerea unităţii şi preciziei măsurilor şi aparatelor de măsurat, devin deosebit de simţitoare.

Unul dintre neajunsurile esenţiale din activitatea institutelor metrologice de cercetări ştiinţifice este rămînerea în urmă a cercetărilor ştiinţifice faţă de necesităţile economiei naţionale.

Domeniile tehnicei care se dezvoltă în ritmul cel mai rapid sînt radiotehnica, electronica, radiolocaţia, telemecanica. Lucrările pentru asigurarea acestor domenii ale tehnicei cu măsuri şi aparatele model necesare, sînt insuficient organizate în institutele Comitetului.

Menţinerea unităţii măsurărilor în domeniul radiaţiilor Röentgen şi a radiaţiilor radioactive, nu se găseşte încă la nivelul necesar. Mijloacele de verificat din domeniul măsurărilor acustice şi hidroacustice sînt elaborate cu totul nesatisfăcător. O serie de aparate electrice ca megometre, teraometre, shunturi pentru curenţi mari, wattmetre pentru limite de curent şi tensiune mici, contoare de amperaj mare de curent continuu, etc., ori se verifică cu o precizie insuficientă, ori nu se verifică de loc. Nu există aparate model pentru măsurări magnetice de frecvenţe înalte şi foarte înalte.

In U.R.S.S. se asimilează fabricaţia contoarelor pentru produse petrolifere cu un debit de 500 m^3/oră, iar pentru măsurarea gazelor se folosesc contoare pentru debite pînă la 10.000 m^3/oră. Aceste contoare nu sînt asigurate cu mijloace de verificare, ceea ce poate duce la o evidenţă greşită a gazelor şi lichidelor. La institutele Comitetului nu este elaborat aparatajul model din domeniul măsurării temperaturilor foarte joase şi a temperaturilor înalte pînă la 1400°C. In legătură cu introducerea tehnicii şi a tehnologiei noi, industria necesită metode şi aparate noi pentru măsurarea temperaturilor metalelor topite de la 1.400°C pînă la 2.400°C, precum şi a temperaturilor flăcărilor tehnice pînă la 6.000°C etc.

Cerinţele industriei, mai ales ale celei ce produce aparate electrice cu vid, în ceea ce priveşte verificarea mijloacelor de măsurat pentru descărcări mari, nu sînt satisfăcute, din cauza inexistenţei metodelor şi a mijloacelor de verificare.

Cerinţele industriei în ceea ce priveşte precizia determinării masei greutăţilor model de ordinul 1 nu cresc.

Problemele măsurării forţelor mari, a durităţii, a netezimii suprafeţei, ce au o mare însemnătate pentru industria noastră constructoare de maşini, sînt rezolvate nesatisfăcător în institutele Comitetului.

Lipsuri esenţiale au loc de asemenea şi în organizarea lucrărilor de cercetări ştiinţifice, efectuate de institutele Comitetului.

Institutul Unional de cercetări ştiinţifice „D. I. Mendeleev" îndeplineşte în mod nesatisfăcător funcţiile sale de institut metrologic de bază. Lucrările de cercetări ştiinţifice din cadrul V.N.I.I.M. rămîn în unele cazuri în urmă faţă de cerinţele industriei, o serie de teme se realizează într-un timp inadmisibil de lung, raportîndu-se de la un an la altul, fără a se comunica rezultatele. Lucrările ştiinţifice ale institutului se introduc extrem de slab în economia naţională a ţării şi în tehnica verificărilor.

Asemenea lipsuri există şi la alte institute de cercetări ştiinţifice ale Comitetului.

Un mare neajuns este cunoscuta lipsă de legătură dintre institute şi instituţiile de verificare. Institutele cunosc puţin şi satisfac în mod insuficient nevoile instituţiilor de verificare. Instituţiile de verificare prezintă institutelor într-un mod foarte nehotărît cerinţele lor în ceea ce priveşte aparatajul de măsurat ce le este necesar, precum şi în ceea ce priveşte metodele de verificare a măsurilor şi aparatelor.

Lipsuri esenţiale au loc de asemenea şi în activitatea instituţiilor de verificare ale Comitetului. Dintre acestea, cea mai mare este neînţelegerea de către mulţi dintre colaboratori a marei însemnătăţi a standardizării şi a tehnicii măsurărilor în opera uriaşă de reutilare a industriei şi economiei noastre naţionale şi în îmbunătăţirea calităţii producţiei.

Controlul mijloacelor de măsurare din economia naţională, controlul respectării standardelor şi a condiţiilor tehnice, introducerea în economia naţională a tehnicii noi în problemele măsurărilor, studiul performanţelor în exploatare ale aparatelor de măsurat în scopul introducerii celor mai bune modele, activitatea de informare din domeniul tehnicei măsurărilor, organizarea schimbului de experienţă între întreprinderi în scopul introducerii celor mai perfecţionate mijloace şi metode de măsurat, luarea măsurilor pentru îmbunătăţirea reparaţiilor şi îmbunătăţirea construcţiei de aparate — iată lista acelor probleme importante care nu au ocupat pînă în prezent locul necesar în activitatea organelor locale ale Comitetului, însă care trebue să fie rezolvate în paralel cu lucrările de verificare.

Un mare neajuns al instituţiilor de verificare este acela că o mare parte din aceste instituţii au rămas în urmă în ceea ce priveşte dezvoltarea lor, faţă de nivelul general de dezvoltare a economiei naţionale şi nu satisfac într-o măsură completă necesităţile acesteia.

Consiliul de Miniştri al U.R.S.S. a examinat problema situaţiei activităţii de măsurare şi a serviciului de stat pentru măsuri şi aparate de măsurat şi a elaborat în octombrie 1955 o hotărîre în care a subliniat că serviciul de stat pentru măsuri şi aparate de măsurat nu satisface în prezent necesităţile economiei naţionale. Institutele subordonate Comitetului de standardizare, măsuri şi aparate de măsurat nu

asigură o dezvoltare corespunzătoare a lucrărilor de cercetări ştiinţifice în metrologie şi tehnica măsurărilor, iar laboratoarele de verificare ale Comitetului nu satisfac cerinţele economiei naţionale în ceea ce priveşte verificarea aparatelor de control şi de măsurat.

Laboratoarele Comitetului au o dotare tehnică mult inferioară laboratoarelor întreprinderilor industriale controlate de ele. Verificarea aparatelor de înaltă precizie şi a instalaţiilor de mare însemnătate se execută doar în cîteva centre regionale ale ţării. La executarea încercărilor de stat, Comitetul de standardizare, măsuri şi aparate de măsurat şi organele sale, nu arată faţă de întreprinderi exigenţa necesară în ceea ce priveşte confecţionarea unor aparate cît mai perfecţionate, nu compară modelele de aparate fabricate cu cele mai bune produse similare din străinătate, nu duc o activitate sistematică pentru introducerea în fabricaţie a aparatelor de măsurat noi şi perfecţionate în locul celor învechite. In multe ramuri ale tehnicei măsurărilor — radiomăsurările, măsurările acustice şi hidroacustice, măsurările debitelor mari de lichide şi gaze — elaborarea etaloanelor şi a aparatajului model nu este asigurată.

Guvernul U.R.S.S. a arătat că intersele dezvoltării tehnicii măsurărilor din ţară necesită o continuă şi serioasă îmbunătăţire a activităţii organelor Serviciului de stat pentru măsuri şi aparate de măsurat, în sensul ridicării nivelului lucrărilor de cercetări ştiinţifice pentru elaborarea de etaloane noi pentru diferitele unităţi de măsură şi metode de măsurare de înaltă precizie, al consolidării bazei tehnico-materiale a institutelor şi laboratoarelor regionale ale Comitetului de standardizare, măsuri şi aparate de măsurat de pe lîngă Consiliul de Miniştri al U.R.S.S.

In hotărîrea sa Consiliul de Miniştri al U.R.S.S. a prevăzut măsuri care schimbă în mod radical starea de lucruri din cadrul Serviciului de Stat pentru măsuri şi aparate de măsurat şi dă toate posibilităţile pentru lichidarea rămînerii în urmă a acestui serviciu faţă de necesităţile economiei naţionale.

Hotărîrea luată de Guvern are o însemnătate deosebită pentru Serviciul de Stat pentru măsuri şi aparate de măsurat din Uniunea Sovietică.

Această hotărîre cere o reorganizare a activităţii întregului sistem al Comitetului, creează baza tehnico-materială pentru o asemenea reorganizare, îmbunătăţeşte condiţiile materiale de viaţă ale inginerilor şi tehnicienilor din institute şi instituţii de verificare.

In conformitate cu hotărîrea Guvernului, fondurile de investiţi pentru dezvoltarea lucrărilor de cercetări ştiinţifice şi de verificare ale Comitetului precum şi cele pentru utilaj se măresc cu mult în anul 1956.

Aceasta va permite să se îmbunătăţească într-o măsură însemnată baza tehnico-materială a institutelor Comitetului, să se construiască noi clădiri pentru laboratoare şi să se doteze laboratoarele ştiinţifice cu utilaj modern.

Mijloacele alocate vor permite să se realizeze lucrările necesare pentru repararea şi îmbunătăţirea localurilor institutului unional de cercetări ştiinţifice în metrologie „D. I. Mendeleev" din Leningrad.

Un loc însemnat în noile construcţii, îl ocupă crearea complexului de laboratoare ale institutului unional de cercetări ştiinţifice în domeniul măsurărilor fizico-tehnice şi radio-tehnice de lîngă Moscova.

Guvernul a obligat Comitetul, ca, cel mai tîrziu în anul 1957, să creeze pe baza institutului de Stat pentru măsuri şi aparate de măsurat din Novosibirsk o bază tehnico-ştiinţifică pentru etaloanele de stat, cu laboratoare corespunzătoare de etaloane, care să asigure satisfacerea cerinţelor economiei raioanelor din răsăritul ţării în ceea ce priveşte verificările şi încercările măsurilor şi aparatelor de măsurat. Construcţia şi dotarea cu utilaj a noii clădiri a Institutului din Novosibirsk trebue să fie terminată pînă la începutul anului 1957.

Filiala din Sverdlovsk a V.N.I.I.M., a cărei sarcină principală este satisfacerea cerinţelor metrologice ale puternicei industrii din Urali se va dezvolta de asemenea într-o măsură însemnată. In anul 1956 va fi începută aci construcţia noii clădiri a Institutului.

In conformitate cu hotărîrea Guvernului, Institutul de Stat pentru măsuri şi aparate de măsurat din Moscova se dezvoltă şi se reorganizează în Institutul unional de cercetări ştiinţifice al Comitetului de standardizare, măsuri şi aparate de măsurat. Sarcinile acestui Institut sînt următoarele: efectuarea lucrărilor ştiinţifice şi cercetărilor pentru aparatele de măsurat, efectuarea încercărilor de stat a măsurilor şi aparatelor de măsurat (atît a celor de fabricaţie naţională cît şi a celor importate din străinătate), organizarea informaţiei tehnico-ştiinţifice în ceea ce priveşte tehnica măsurărilor, standardizarea, metrologia şi lucrările de verificare.

In scopul îmbunătăţirii şi modernizării utilajului laboratoarelor, Hotărîrea Guvernului a obligat o serie de ministere — Ministerul Construcţiei de maşini şi construcţiei de aparate, Ministerul Industriei Electro-Tehnice, Ministerul Construcţiei de maşini — unelte şi scule, Ministerul Industriei radio-tehnice etc. — să livreze Comitetului aparatele şi utilajul necesar.

O imensă însemnătate pentru dezvoltarea viitoare a lucrărilor de cercetări ştiinţifice şi o completă satisfacere a necesităţilor crescînde ale industriei o are planificarea de perspectivă a lucrărilor ştiinţifice.

Hotărîrea Consiliului de Miniştri a U.R.S.S. obligă Comitetul să elaboreze tematica lucrărilor

de cercetări ştiinţifice ale institutelor Comitetului, asigurînd în primul rînd satisfacerea cerinţelor economici naţionale din domeniile radiomăsurărilor, măsurărilor acustice şi hidroacustice, măsurării presiunilor înalte şi foarte înalte, forţelor mari, precum şi a temperaturilor înalte şi foarte înalte.

Consiliul de Miniştri al U.R.S.S. a obligat Comitetul ca, în curs de 2—3 ani, să asigure o completă satisfacere a necesităţilor economiei naţionale în ceea ce priveşte tehnica de control şi măsurare. In acest scop, în conformitate cu hotărîrea Guvernului, Serviciul de stat pentru măsuri şi aparate de măsurat se reorganizează în mod radical.

Pe baza direcţiilor regionale existente ale Comitetului, se organizează laboratoarele de stat de control pentru tehnica măsurărilor.

In cursul anilor 1956—1958, trebue să se efectueze o completare totală a utilajului, iar în caz de necesitate să se construiască noi laboratoare.

Reorganizarea direcţiilor Comitetului în laboratoare de control de stat pentru tehnica măsurărilor nu este o simplă schimbare de denumire : ea are drept scop să ridice activitatea laboratoarelor Comitetului în instituţii tehnice care rezolvă sarcinile importante ale ridicării tehnicii măsurărilor în sectorul său de activitate la un nivel mult mai înalt şi să contribuie la înfăptuirea continuă a progresului tehnic în ţara noastră, sarcină a cărei rezolvare cu succes depinde într-o mare măsură de starea tehnicii măsurărilor.

Laboratoarele de control de stat pentru tehnica măsurărilor, trebue să fie instituţii fruntaşe din punct de vedere tehnic, trebue să fie un model pentru laboratoarele departamentale de control şi de măsurare.

Insemnata mărire a fondurilor pentru utilaj, prevăzută prin hotărîrea Guvernului, va permite Comitetului să realizeze în cursul anilor 1956—1958, reconstrucţia laboratoarelor sale de verificare, să le doteze cu utilajul necesar, în concordanţă cu proectele tip de construcţie şi de dotare a laboratoarelor de control de stat de ordinul I, II şi III.

Guvernul a luat o hotărîre importantă care îmbunătăţeşte în mod însemnat dotarea laboratoarelor Comitetului : pentru procurarea şi întreţinerea utilajului se alocă în anul 1956 20% din sumele încasate pentru verificarea de măsuri şi aparate de măsurat.

Luînd în considerare starea nesatisfăcătoare a localurilor laboratoarelor de control de stat pentru tehnica măsurărilor, Guvernul U.R.S.S. a obligat consiliile de miniştri a republicilor unionale şi autonome, precum şi comitetele executive regionale ale sovietelor de deputaţi ai oamenilor muncii, de a pune la dispoziţie în anul 1956, localuri, dintre care unele în parterele clădirilor noi construite date în folosinţă, potrivite pentru instalarea de laboratoare de control de stat pentru tehnica măsurărilor şi care corespund condiţiilor tehnice aprobate de Comitet.

Pentru o cît mai bună deservire a economiei naţionale a ţării, Guvernul a obligat Comitetul să organizeze în oraşele mari secţii permanete ale laboratoarelor de control de stat pentru tehnica măsurărilor, iar pentru deservirea măsurilor şi aparatelor de măsurat din raioanele mai îndepărtate — laboratoare mobile de verificare. Pentru realizarea laboratoarelor mobile, Guvernul a repartizat Comitetului 150 maşini auto, comode, cu o mare posibilitate de tracţiune, de tip GAZ 69A.

Consiliul de Miniştri al U.R.S.S. a dat dispoziţie tuturor ministerelor, departamentelor şi consiliilor de miniştri ale republicilor unionale să examineze raportul Comitetului „Despre nivelul de dezvoltare a tehnicii măsurărilor în U.R.S.S. şi despre starea lucrurilor în asigurarea necesităţilor economiei naţionale cu măsuri şi aparate de măsurat", să elaboreze, şi de acord cu Comitetul, să aprobe măsurile pentru o îmbunătăţire însemnată a tehnicii măsurărilor la întreprinderile subordonate lor, pentru îmbunătăţirea lucrărilor de reparaţii a instrumentelor şi aparatelor de măsurat, şi să organizeze fabricaţia măsurilor şi aparatelor de măsurat necesare economiei naţionale.

Uniformitatea, justeţea şi corecta folosire a măsurilor şi aparatelor de măsurat au o mare însemnătate economică, întrucît folosirea metodelor de măsurat şi a măsurilor şi aparatelor de măsurat incorecte, provoacă pierderi considerabile, duce la creşterea rebuturilor, la încălcarea procesului tehnologic stabilit, la o evidenţă greşită a materialelor, combustibilului, energiei electrice, provoacă avarii la întreprinderi, rezultate eronate la efectuarea lucrărilor de cercetări ştiinţifice.

Pentru îndeplinirea cu succes a hotărîrilor Plenarei din iulie a C.C. al P.C.U.S., menită să asigure introducerea în economia naţională a tehnicii avansate, pentru o luptă eficace împotriva pierderilor şi cheltuielilor neproductive, pentru a îmbunătăţi calitatea producţiei, este absolut necesară o organizare desăvîrşită a gospodăriei măsurilor şi aparatelor de măsurat şi a serviciului de control pentru tehnica măsurilor.

Guvernul U.R.S.S. a creat personalului din sistemul Comitetului de standardizare, măsuri şi aparate de măsurat, condiţii bune pentru lichidarea lipsurilor serioase din muncă, pentru o ridicare hotărîtă a nivelului tehnic al institutelor şi instituţiilor de verificare, pentru dotarea acestora cu tot utilajul necesar, pentru alegerea cadrelor necesare calificate, pentru crearea de laboratoare moderne de control şi măsurare.

Metode de măsurare a activității substanțelor radioactive

Prof. Univ. ALEX. SANIELEVICI
Membru corespondent al Academiei R.P.R.

В статье даются обычные способы измерения и дозировки радиоактивных веществ, при помощи счетчиков Гейгер-Мюллер.

★

L'auteur présente les méthodes usuelles de mesure et dosage des substances radioactives, à l'aide des compteurs Geiger Müller.

Intr-un articol publicat în Nr. 12 (decembrie 1955) al revistei „Metrologia aplicată", Lector Univ. *M. Petrașcu* a descris o serie de aplicații metrologice ale radiațiilor substanțelor radioactive. Dar pentru cei ce utilizează, în diferite domenii, substanțele radioactive, se pune curent problema determinării cantitative a *activității* „surselor" de radiații pe care le mînuiesc. Imi propun să dau aici cîteva informații cu privire la metodele folosite în acest scop.

1. *Măsurări relative și absolute.* Măsurarea se zice *relativă* dacă ea constă în *compararea* unui anumit efect al radiației sursei de măsurat cu efectul similar produs de radiația unei surse „etalon". Pentru ca măsurările relative să fie valabile, trebuie îndeplinite următoarele condiții: *a*) sursele comparate să fie constituite din aceeaș substanță radioactivă; *b*) straturile de substanță activă — care constituie sursele — să aibă aceeași suprafață și aceeași grosime; *c*) suporturile pe care sînt depuse straturile de substanță activă să fie identice; *d*) activitățile comparate să fie de același ordin de mărime; *e*) condițiile geometrice în care se fac măsurările să fie identice. Dacă aceste condiții sînt îndeplinite, determinările dau *raportul* dintre activitatea sursei cercetate și aceea a sursei etalon.

Adeseori este însă necesară determinarea în unități absolute a activității sursei cercetate. In acest caz, este necesară cunoașterea cantitativă a diferiților parametri care intervin în metoda de măsurare folosită și trebuie pe de altă parte, să ținem seama — atunci cînd este cazul — de erorile statistice ale măsurării.

Din punct de vedere al naturii radiației al cărei efect se utilizează pentru măsurare, deosebim *măsurări în radiații alfa, în radiații beta* și *în raze gama*. Efectul măsurat este de obicei ionizarea unui gaz.

2. *Unități de măsură.* — Se numește prin definiție „activitatea" unei substanțe radioactive, *numărul de dezintegrări nucleare ce au loc în substanță, în unitatea de timp* (de obicei 1 secundă).

Se știe că dezintegrarea unei substanțe radioactive are loc în timp după o lege exponențială simplă, după formula:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \qquad (1)$$

unde N_0 este numărul inițial de atomi (nuclee) radioactivi existenți în sursă la momentul $t = 0$; N este numărul de atomi (nuclee) existenți la un moment t oarecare; e este baza logaritmilor naturali iar λ este „constanta radioactivă" a subtanței și a cărei valoare numerică caracterizează substanța. Grafic, ecuația (1) este reprezentată de curba din fig. 1.

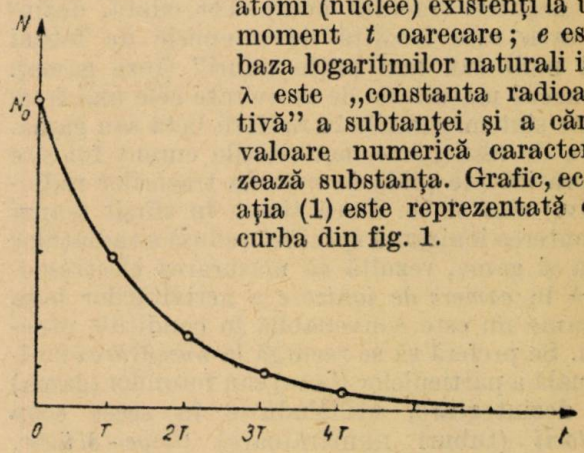


Fig. 1

Este limpede că după un timp oarecare — ce depinde de mărimea constantei λ — numărul inițial N_0 de atomi (nuclee) radioactivi se va

reduce la jumătate. Acest timp — deasemenea caracteristic pentru substanța radioactivă considerată — se numește *„timp de înjumătățire"* și se notează cu T.

Se demonstrează că între λ și T există următoarea relație simplă:

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}69315}{\lambda} \qquad (2)$$

De asemenea activitatea unei substanțe radioactive este dată de produsul dintre constanta radioactivă λ și numărul de atomi (nuclee) existenți în sursă la momentul t al măsurării:

$$\Lambda = \lambda N \text{ (unități de activitate)} \qquad (3)$$

Unitatea de activitate cea mai des folosită se numește *curie* (1c). Prin definiție

$$1c = 3{,}700 \cdot 10^{10} \textit{ dezintegrări/secundă}$$

Se folosesc deasemenea următorii multipli și submultipli ai curie-ului: 1 kc (kilocurie) = $= 10^{3}c$; 1 mc (milicurie) = $10^{-3}c$; 1 μc (microcurie) = $10^{-6}c$;

$$1\ m\mu c\ (\textit{milimercurie}) = 10^{-9}c$$

De obicei, substanța radioactivă se găsește combinată sub o formă chimică oarecare și este incorporată într-o masă oarecare de substanță inactivă. De aceia este foarte necesar, adeseori, în practica folosirii substanțelor radioactive, să indicăm *acitivitatea specifică* a preparatului utilizat. Ea se definește prin raportul dintre activitatea Λ și masa totală M a preparatului:

$$\Lambda_s = \frac{\Lambda}{M} \text{ (unități de activitate/gram)} \qquad (4)$$

3. *Măsurări de activitate prin numărarea dezintegrărilor.* — Marea majoritate a substanțelor radioactive folosite în practică sînt *izotopi* artificiali ai elementelor naturale, care se dezintegrează prin emisie de electroni pozitivi sau negativi (radiații beta). Tot odată, dezintegrarea este însoțită de o emisie de fotoni mai mult sau mai puțin „duri" (raze gama). De aceea măsurările de activitate cele mai frecvente sînt măsurările în radiații beta sau gama.

Pe de altă parte, activitățile curent folosite în pratică (de pildă în metoda trasorilor radioactivi) sînt slabe. Dacă ținem în sfîrșit seama de puterea ionizantă specifică redusă a radiațiilor beta și gama, rezultă că măsurarea electrometrică în *camere de ionizare* a activităților beta și gama nu este convenabilă în condițiile practicii. Se preferă să se recurgă la *numărarea* individuală a particulelor (beta) sau fotonilor (gama) de dezintegrare, utilizîndu-se în scest scop *contorii* (tuburi numărătoare) *Geiger-Müller*. Vom presupune cunoscut principiul de funcționare a acestor instrumente [1]).

[1]) v. *M. Petraşcu*, Metode de măsurare cu ajutorul izotopilor radioactivi. „Metrologia aplicată" Nr. 12/1955, p. 21.

Vom adăoga însă că există diferite modele de contori Geiger-Műller special adaptate de pildă pentru detectarea și înregistrarea particulelor beta. Un tip des folosit de contor Geiger-Műller pentru raze beta este cel numit „în formă de torță" (sau „de clopot"). El este reprezentat în fig. 2, și permite măsurări precise, în care toți parametrii experimentali sînt exact definiți. Trebuie spus că acest model de contor poate fi utilizat (cu mici modificări) și pentru detecția și înregistrarea radiațiilor a l f a. Totodată este necesar să precizăm că măsurătorile de activitate în radiații beta sînt mai exacte decît cele în raze gama și de aceea se dă preferință celor dintîi, ori de cîte ori este posibil.

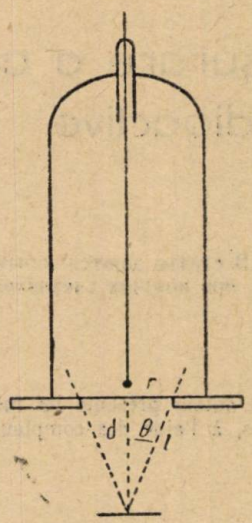


Fig. 2

Contorul Geiger-Műller pentru radiații beta (fig. 2) este prevăzut cu o „fereastră" constituită dintr-o foiță foarte subțire (circa 0,01 mm) de aluminiu sau mică. Particulele beta pot intra în contor, străbătînd această fereastră, fără a suferi o absorbție importantă. Inlocuind fereastra prin una mai subțire (circa 0,005 mm), contorul devine utilizabil și pentru radiații alfa.

Contorul Geiger-Müller constituie organul sensibil (de detecție) al oricărei *instalații de numărare*. Aceasta comportă (fig. 3) următoarele părți componente: *un redresor stabilizat de*

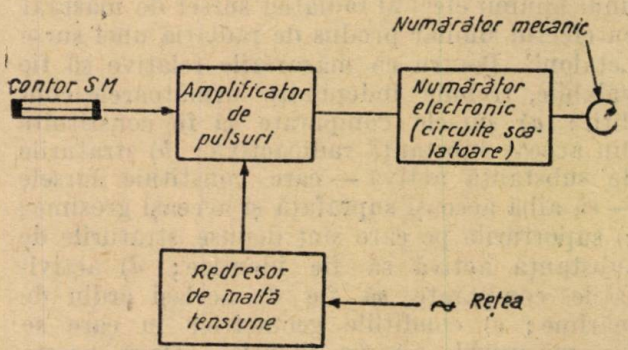


Fig. 3

tensiune înaltă, reglabilă; o schemă electronică de *amplificare* a pulsurilor de tensiune (descărcărilor) date de contor; o schemă electronică de *numărare*, formată din unul sau mai multe circuite „scalatoare" succesive, care acționează un *numărător mecanic* (de pildă, de tip telefonic). Necesitatea circuitelor scalatoare rezultă din considerentul că numărătorii mecanici — din cauza inerției lor — nu pot înregistra

direct viteze de numărare (număr de pulsuri în unitatea de timp) mai mari ca 3—4 mii de pulsuri pe minut. Circuitele scalatoare îndeplinesc rolul unui sistem de multiplicare, în sensul că acționează numărătorul mecanic odată pentru un număr determinat (de ex. 100) de pulsuri. Tot odată însă, ele comportă un sistem de becuri cu neon, care, prin aprinderea și stingerea lor într-o ordine determinată, permit să numărăm unitățile și zecile de pulsuri. Se ajunge astfel la posibilitatea de a înregistra fără dificultate viteze de numărare pînă la 2—3 sute de mii de pulsuri pe minut.

4. *Determinarea timpului scurt (puterii de rezoluție).* — Se știe că un contor Geiger-Műller nu poate înregistra *separat* particule (fotoni), care ar intra în contor în cursul unei descărcări provocate de o particulă (sau foton) precedentă. Inregistrări separate pot avea loc numai pentru particulele (fotonii) care se succed la intervale cel mult egale cu fracțiunea de timp necesară revenirii contorului (și circuitelor electronice asociate) la starea funcțională de repaus. Această fracțiune de timp se chiamă *timp mort* și se notează cu τ. Mărimea inversă $1/\tau$ se numește *putere de rezoluție* a instalației de numărare. La instalațiile moderne, timpul mort este cuprins între $2 \cdot 10^{-4}$ și $5{,}6 \cdot 10^{-6}$ minute.

Pentru determinarea experimentală a lui τ (indispensabilă pentru măsurători absolute de activități), se folosește curent următorul procedeu, pe care-l descriu fără a insista asupra justificării lui teoretice, de altfel simplă.

Fie n_1 viteza de numărare determinată de o sursă S_1; n_2 viteza de numărare determinată de o sursă S_2; n_{12} viteza de numărare dată de cele două surse împreună. Aceste viteze de numărare cuprind și viteza de numărare n_f corespunzătoare *fondului* contorului (vezi mai jos). Timpul mort este dat de relația:

$$\tau = \frac{n_1 + n_2 - n_{12} - n_f}{n_{12}^2 - n_1^2 - n_2^2} \qquad (5)$$

Fondul contorului este determinat de radioactivitatea difuză atmosferică și pămîntească, de radiația cosmică și (în laboratoare unde se lucrează cu substanțe radioactive) de eventuale urme de asemenea substanțe, pe mesele de lucru, în pardoseli, în aer, etc. Intrucît este totdeauna avantajos a se avea un fond cît mai redus, este indispensabil a se lua precauțiuni riguroase împotriva „*contaminării*" radioactive a spațiului de lucru, chiar dacă am face abstracție de considerentele sanitare. Pe de altă parte, prin „blindarea" contorului, adică închiderea lui între pereți de plumb de grosime 5 cm, se poate reduce fondul cu circa 40%.

Pentru a vedea în ce mod trebuie să ținem seama de puterea de rezoluție în determinarea vitezei de numărare, să facem următorul raționament.

Fie n_0 numărul de particule beta care, pătrunzînd pe minut în contor, determină viteza de numărare observată, n_s. Este limpede că $n_s \leqslant n_0$.

Cele $n_0 - n_s$ particule neînregistrate (care n-au produs descărcări *separate*) sînt cele incidente în timpul mort *total*, egal cu $n_s\tau$. Numărul lor este $n_0 n_s \tau$. Prin urmare:

$$n_0 = n_s + n_0 n_s \tau \text{ adică } n_s = n_0(1 - n_s\tau),$$

$$\text{de unde } n_0 = \frac{n_s}{1 - n_s\tau}$$

De aci rezultă că *corecția pentru puterea de rezoluție* este:

$$K_p = 1 - n_s\tau \qquad (6)$$

5. *Corecția de unghi solid.* — Fie n_s numărul real de particule beta care intră în contor și Ω unghiul solid sub care radiația pătrunde în instrument. (Este vorba de unghiul solid sub care se vede fereastra contorului, din centrul sursei, așa cum arată fig. 2). Unghiului solid total 4π (steradiani) îi vor corespunde $4\pi n_0/\Omega$ particule (sau n_0/Ω, dacă exprimăm unghiul Ω în unități 4π). Rezultă deci că corecția de unghi solid este $K_u = \Omega$ (Ω exprimat în unități 4π). Rămîne să evaluăm unghiul solid Ω.

El este dat de expresia:

$$\Omega = 0{,}5\,(1 - \cos\theta)\,(\text{unit. } 4\pi) \qquad (7)$$

precum ușor se poate verifica: dacă $\theta = 90°$ adică dacă sursa se află la distanța $d = 0$ de fereastra contorului (Fig. 2), rezultă că $\Omega = 0{,}5$ unități 4π, adică 2π steradiani.

Notînd cu l lungimea oblicei dusă din centrul sursei S la marginea ferestrei circulare și cu r raza ferestrei, avem: $\cos\theta = \frac{d}{l}$ și $l = \sqrt{d^2 + r^2}$.

In definitiv:

$$K_u = \Omega = 0{,}5\left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2 + r^2}}\right) \qquad (8)$$

unde d și r sînt exprimați în milimetri. Dacă de pildă $d = 15$ mm și $r = 10$ mm, calculul dă $K_u = 0{,}084$.

6. *Corecția de absorpție a radiației în fereastra contorului și în stratul de aer dintre sursă și contor.* — Din cauza absorpției suferite de radiație în stratul de aer dintre sursă și contor și în fereastra contorului, numărul n_1 de particule beta emise de sursă în unghiul solid Ω este *mai mare* decît numărul n_0 de particule ce intră în contor. Corecția de absorpție este $K_a = \frac{n_0}{nl}$ și se demonstrează că

$$K_a = e^{-\frac{0{,}693}{\eta} m} \qquad (9)$$

unde m este *masa superficială* a absorbantului iar η este masa superficială care ar reduce prin absorpție la jumătate numărul n_1 de particule emise în unghiul solid Ω. Mărimile m și η pot

fi calculate, pentru ca apoi, cu ajutorul lor, să calculăm corecția K_a. Totuși se poate proceda la determinarea directă a acestei corecții, în modul următor.

Se introduc — între sursă și contor — ecrane absorbante din foiță de aluminiu, de grosimi crescătoare și se determină vitezele de numărare corespunzătoare, care bine înțeles vor fi cu atît mai mici cu cît grosimea ecranelor este mai mare. Dacă se trece în ordonată logaritmul natural al vitezei de numărare iar în abscisă masa superficială a ecranului, se obține un grafic, care este rectiliniu pentru începutul absorpției (Fig. 4) și care începe cu masa superficială 0 mg/cm², pentru care să notăm N viteza de numărare.

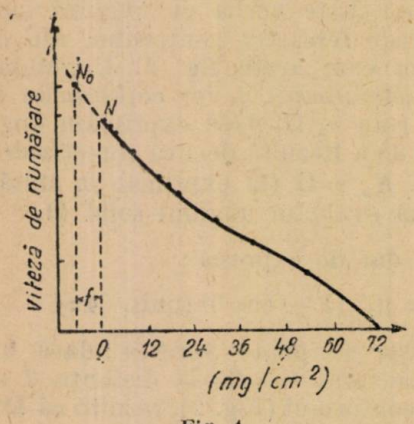


Fig. 4

Pe graficul astfel construit purtăm la stînga abscisei 0 un segment proporțional cu masa superficială f mg/cm², corespunzătoare grosimei ferestrei contorului și ridicăm ordonata respectivă. Intersecția acestei ordonate cu extrapolarea rectilinie a graficului de absorpție dă o viteză de numărare N_0. Corecția de absorpție este $K_a = N/N_0$. Dacă de pildă am avea $N =$ $= 944$ pulsuri/minut, și N_0 ar fi egal cu 1000 pulsuri/minut, ar rezulta $K_a = \frac{944}{1000} = 0{,}944$.

7. *Alți parametri care intervin în măsurări.* — Vom menționa că în măsurări foarte riguroase trebuie să ținem seama și de următorii parametri: *a*) autoabsorpția radiației beta în substanța sursei; *b*) retrodifuzia radiației beta; *c*) numărul mediu de particule beta emise la 100 de dezintegrări nucleare.

a) Numărul n_1 de particule beta *ieșite* din sursă în unghiul solid Ω este în general mai mic decît numărul de particule realmente *emise* de nucleele sursei în acest unghi. Acest fapt se datorește împrejurării că o parte din particulele emise sînt absorbite chiar în stratul de substanță ce constituie sursa, sau sînt deviate în afara unghiului Ω. Intrucît este greu de dat o expresie teoretică complet mulțumitoare a *corecției de autoabsorpție*, se preferă a se folosi — oridecîte ori lucrul este posibil — straturi de substanță activă atît de subțiri încît să putem admite egală cu 1 această corecție. Condiția poate fi socotită ca aproximativ satisfăcută dacă grosimea stratului activ nu depășește valoarea lui η exprimată în mg/cm². Dar la rîndul lui, η depinde de energia maximă E_{max} a radiației beta a substanței ce constituie sursa. Relația dintre aceste două mărimi este:

$$\eta = 32\ E_{max}^{4/3} \qquad (10)$$

De exemplu în cazul că sursa ar fi constituită din izotopul ^{14}C al carbonului, pentru care $E_{max} = 0{,}155$ MeV, se capătă $\eta = 2{,}8$ mg/cm². Dacă sursa ar conține izotopul ^{32}P al fosforului, pentru care $E_{max} = 1{,}7$ MeV, am căpăta $\eta = 62$ mg/cm².

b) O parte din particulele beta emise de stratul activ în unghiul solid 2π *inferior* pot fi întoarse și introduse în unghiul solid 2π *superior* și în particular în unghiul solid Ω, din cauza difuziei multiple a electronilor beta în materialul care constituie *suportul* sursei (al stratului de substanță activă). Acest fenomene poate duce la o creștere a vitezei de numărare peste cea corespunzătoare numărului de particule realmente emise în unghiul Ω.

O corecție pentru retrodifuzie poate fi evaluată destul de ușor, dar este preferabil să se determine experimental această mărime, pe care o vom nota K_r. Pentru aceasta, stratul de substanță activă se depune pe un suport foarte subțire (de masă superficială circa 1 mg/cm²) și se măsoară viteza de numărare N_2, considerîndu-se retrodifuzia ca neglijabilă. Apoi același strat de substanță activă se depune pe suportul obișnuit și se măsoară din nou viteza de numărare. Dacă aceasta din urmă este N_1, coeficientul de retrodifuzie are valoarea $K_r = N_1/N_2$, mai mare ca unitatea. Dacă de pildă $N_2 =$ $= 3\,480$ pulsuri/minut și $N_1 = 4520$ pulsuri/minut, rezultă $K_r = 1{,}3$.

8. *Calcularea activității.* — Fie deci n_s viteza de numărare dată de experiență, exprimată în pulsuri/minut. Pentru a calcula activitatea sursei exprimată în curie, se folosește următoarea expresie:

$$A = \frac{n_s}{2{,}22.10^{12}\ K_p K_u K_a K_r} \qquad (11)$$

unde factorul $2{,}22.10^{12}$ reprezintă numărul de dezintegrări pe minut în 1 curie de izotop radioactiv.

Dar activitățile măsurate prin numărarea particulelor (sau fotonilor) de dezintegrare fiind de regulă slabe, efectul *fluctuațiilor radioactive* (adică al distribuției statistice a numărului de dezintegrări în unitatea de timp) este aici sensibil și nu poate fi neglijat, spre deosebire de măsurările electrometrice de curenți de ionizare produși de surse cu activități relativ mari.

Să presupunem că experiența de numărare a durat t minute și că numărul pulsurilor înre-

gistrate în acest timp este N. Viteza de numărare este deci $n = N/t$. Ea cuprinde şi viteza de numărare datorită fondului contorului. Aceasta din urmă se determină printr-o experienţă separată. Fie t_f minute durata experienţei de determinare a fondului şi N_f numărul de pulsuri înregistrate în acest timp. Viteza de numărare datorită fondului este $n_f = N_f/t_f$. Atunci viteza de numărare datorită sursei singure va fi evident :

$$n_s = n - n_f$$

In conformitate cu teoria erorilor, *abaterea standard* a valorii n_s de la valoarea medie care s-ar obţine prin repetarea unui foarte mare număr de ori a măsurătorii, se poate considera că este dată de expresia

$$\delta_2 = \sqrt{\frac{n}{t} + \frac{n_f}{t_f}} \qquad (12)$$

Rezultă că *eroarea relativă medie* asupra lui n_s este atunci

$$\varepsilon = \pm \frac{\delta_s}{n_s} \cdot 100\% \qquad (13)$$

iar *eroarea relativă probabilă* este egală cu $0{,}67\varepsilon$.

Urmează că valoarea activităţii, calculate prin relaţia (11), este afectată de eroarea cu care se cunoaşte n_s, admiţîndu-se că erorile asupra parametrilor K pot fi neglijate. Să luăm un exemplu pentru a fixa ideile.

O experienţă de numărare de durată 5 minute a dat $N = 500$, deci o viteză de numărare $n = 100$ pulsuri/minut. Măsurarea fondului, timp de $t_f = 10$ minute, a dat $N_f = 45$, adică un fond de 45 pulsuri/minut. Vom avea :

$$\delta = \sqrt{\frac{100}{5} + \frac{45}{10}} = \sqrt{20 + 4{,}5} = \pm 5 \text{ pulsuri/minut}$$

Urmează

$$e = \frac{\delta_s}{n_s} 100\% = \pm \frac{5}{100-45} = \pm 9\%$$

Obţinem în definitiv

$$n_s = 55 \pm 9\% \text{ (pulsuri/minut)}$$

In atenţia cititorilor

In dorinţa de a acorda un sprijin eficace lucrătorilor din domeniul metrologic din întreprinderi, instituţii şi organelor D.G.M. în rezolvarea anumitor probleme ce se ivesc în practică, revista *„Metrologia Aplicată"* înfiinţează cu începere de la Nr. 4|1956 o nouă rubrică de *„Consultaţii metrologice"*. In această rubrică se vor publica răspunsuri la întrebările cititorilor privind diferite soluţii din tehnica măsurărilor, precum şi orice alte probleme ale metrologiei aplicate.

Cadrele metrologice sînt invitate să colaboreze la această rubrică.

Comportarea în exploatare a aparatelor electrice pentru determinarea concentrației în CO_2 și $CO+H_2$

MAX SOLOMON

На основании наблюдений, произведенных на заводе и на проверочной станции Главуправления Метрологии, автор сопоставляет поведение в производственных условиях, существующих в Р.Н.Р. электроприборов различных моделей для определения концентрации CO_2 и $CO + H_2$ и сравнивает электроприборы с химическими.
Отмечаются преимущества и недостатки различных моделей.

★

En s'appuyant sur les observations faites tant dans les usines que dans la station de vérification de la Direction Générale de Métrologie, l'auteur fait une comparaison entre les différents modèles d'appareils électriques servant à déterminer la concentration du CO_2 et du $CO + H_2$, du point de vue de leur comportement dans l'exploitation. Cette étude s'étand seulement au instruments existants dans notre pays. On compare aussi les appareils électriques à ceux chimiques, en sousligniant les avantages et les désavantages des différents modèles.

Generalități cu privire la combustie

Combustia este rezultatul oxidării, practic instantanee, a substanțelor combustibile. Fenomenul poate avea loc numai la temperaturi înalte, iar reacțiile chimice de oxidare sînt puternic exoterme, deci întovărășite de eliberare de căldură.

Cantitățile de căldură eliberate în cursul diferitelor reacții de ardere sînt date în tabela de mai jos (după acad. M. A. Pavlov).

Reacția	Kcal la 1 kg mol	Kcal la 1 kg comb.
$C + O_2 = CO_2$ $12 + 32 = 44$ kg	97.650	8137
$C + 1/2\ O_2 = CO$ $12 + 16 = 28$ kg	29.970	2498
$CO + 1/2\ O_2 = CO_2$ $28 + 16 = 44$ kg	67.680	3022 la 1 m³
$H_2 + 1/2\ O_2 = H_2O$ (lichid)	68.360	34180
$H_2 + 1/20_2 = H_2O$ (vapori) $2 + 16 = 18$ kg	57.810	28905
$S + O_2 = SO_2$ $32 + 32 = 64$ kg	70.910	2216
$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$	192.400	8589 la 1 m³

Datele de mai sus se regăsesc în mai toate lucrările privitoare la combustie, cu mici variații neînsemnate. Astfel într-un articol despre combustie găsim cifra de 28.892 kcal/kmol drept căldură de ardere a carbonului pînă la CO iar pentru metan sînt date (în manualul inginerului mecanic vol. III) 192.672 kcal/kmol putere calorifică inferioară (față de 192400 în tabloul de mai sus) și 214316 kcal/kmol putere calorifică superioară (inclusiv cantitatea de căldură necesară pentru evaporarea apei formate în timpul arderii).

Printre condițiile arderii, se pot enumera drept cele mai importante :

— părțile vecine zonei de ardere trebuie să se găsească la temperatura de aprindere a combustibilului ;

— conductibilitatea calorică a mediului trebuie să fie suficient de mare pentru a îngădui schimbul rapid de căldură ;

— excesul de oxigen.

Excesul de oxigen este condiția esențială a combustiei în instalație. In cazul arderii complete, produsele arderii ar fi CO_2, N_2 și vapori de apă. Dar pentru a realiza arderea completă trebuie să se realizeze contactul fiecărei molecule de combustibil cu oxigenul, la temperatura de aprindere. Aceasta face desigur necesar un exces de molecule de O_2, fapt care determină existența în amestecul de gaze rezultate din ardere a oxigenului rezidual.

Probabilitatea ca moleculele să rămînă nearse depinde de concentrația oxigenului rezidual.

Se pune de fapt problema stabilirii unei concentrații optime în O_2 care, să asigure pe de o parte arderea completă a combustibilului iar pe de altă parte să nu devină agent de răcire, care să ia o importantă cantitate de căldură pe care să o transporte pe coș.

Din cercetarea legilor și condițiilor combustiei rezultă deci pe de o parte necesitatea determinării oxigenului rezidual, precum și a oxidului de carbon (dovadă și măsură a arderii incom-

plete) în gazele rezultate în procesul de ardere ; pe de altă parte rezultă fundamentarea ştiinţifică a necesităţii de a dota instalaţiile de ardere cu aparate de determinare a concentraţiei O_2 în gazele de ardere.

Tendinţa de a utiliza aparate de O_2 în locul sau pe lîngă aparatele de determinare a CO_2, se întemeiază şi pe alte considerente :

— la aceeaşi exactitate, eroarea admisibilă este de trei ori mai mare ;

— se evită indicaţiile cu semnificaţii contrare (în cuptoarele care consumă huilă, 16% CO_2 poate să însemne atît exces cît şi insuficienţă de aer) ;

— conţinutul de O_2 este mai puţin dependent de compoziţia combustibilului ;

— la instalaţiile de ardere (cuptoare de var, etc.) în care CO_2 este un produs al procesului tehnologic, nu poate în nici un caz să fie folosită metoda determinării CO_2.

Coeficientul de exces de aer α, se defineşte ca raportul :

$$\frac{A_t}{A_p}$$

în care :

A_t = cantitatea de aer teoretic necesară,
A_p = cantitatea de aer practic necesară.

Coeficienţii de exces de aer variază între 1,10 (combustibil gazos) pînă la 1,50 (combustibil solid în bucăţi).

Excesul de aer optim se traduce prin cifrele de concentraţie procentuală optimă a oxigenului rezidual. In tabela de mai jos se dau cifrele şi concentraţiile procentuale de oxigen rezidual pentru condiţii optime de combustie.

Tipul combustibilului	Concentraţia oxigenului rez.dual %
Gaz	2
Lichid	3.5
Pulverulent	5
Solid	5...8

Ţinînd seama de cifrele de mai sus, de faptul că o concentraţie de CO_2 de 21% reprezintă o limită ideală şi că cifrele reale de concentraţie în CO_2 se cuprind în intervalul 7....18% ; ţinînd seama însfîrşit de faptul că o concentraţie de 4%CO în gazele de ardere reprezintă o condiţie negativă limită, rezultă că scările aparatelor indicatoare ale agregatelor de analiză a gazelor de ardere trebuie să fie :

0... 20% pentru CO_2
0... 4% pentru CO
0... 1% pentru O_2

Situaţia în ţară a dotării instalaţiilor de ardere cu aparate de analiză a gazelor.

Situaţia dotării instalaţiilor de ardere cu aparate de analiză a gazelor, starea acestor aparate, întreţinerea lor şi varietatea de tipuri existente, reflectă faptul că în prezent este încă subestimat rolul aparatelor termotehnice de măsurat în industrie.

Ţinînd seama de numărul important de cazane cu abur stabile, furnale, cuptoare Siemens-Martin, cuptoare de tratament termic, de materiale de construcţie, ceramică, sticlă, panificaţie, etc., numărul de aparate electrice de analiză a gazelor şi al aparatelor de laborator este cu totul insuficient. Un număr destul de mic de instalaţii de ardere este prevăzut cu aparate de determinare a concentraţiei gazelor.

Dar şi coeficientul de utilizare a aparatelor existente este foarte mic. In multe unităţi, aparatele existente sînt nemontate sau nu funcţionează.

Factorii care duc la procentul masiv de aparate neîntrebuinţate sau defecte sînt :

— importul fără piese de rezervă,
— transportul însoţit de manipulare brutală,
— montarea necorespunzătoare,
— subestimarea şi neînţelegerea rolului şi rostului aparatelor de măsurat termotehnice,
— lipsa personalului calificat pentru întreţinerea acestora,
— diversitatea tipurilor folosite,
— lipsa aparatelor model la laboratoarele termotehnice.

Din punctul de vedere al modelelor de aparate cu care sînt dotate instalaţiile de ardere din ţară, situaţia se prezintă în felul următor :

Modelele care pot fi considerate curente sînt :

— GEUK-21 (U.R.S.S.) fabricaţie 1951, 1952, 1954, pentru CO_2 (schema acestui aparat a fost dată într-un articol din numărul 1/1955 al revistei noastre).

— GED-49 (U.R.S.S.) pentru CO_2 şi CO + + H_2 (schema de montaj a aparatului este dată în fig. 1),

— Willy-Giede (R.D.G.) pentru CO_2 şi CO + + H_2

— Siemens — Halske pentru CO_2 şi pentru CO + H_2 (R.F.G.) (fig. 3),

— Hartman — Braun pentru CO_2 şi CO + H_2.

Aparatele rare care se găsesc fiecare într-un număr restrîns de exemplare răspîndite pe la diferite întreprinderi sînt :

— Landys-Gyr (Elveţia) pentru CO_2 şi CO + + H_2 (schema aparatului este dată în fig. 2)

— Mekanik (R.P.U.),

— Metra (R. Cehoslovacă) pentru CO_2 şi CO + H_2,

— Uher sistem Klinghof pentru CO_2 şi CO + + H_2,

— Eckhart pentru CO_2 şi CO + H_2,

— Magnos pentru O_2 pe principiul paramagnetismului O_2,

— Junkalor-Mono (chimic),

— Mono-Askania (chimic),

— Ados (chimic)

Dintre aparatele de mai sus GEUK-21, GED-49, Villy-Giede, Siemens-Halske, Hartman--Braun, Landys-Gir, Mekanik, şi Metra sînt aparate bazate pe principiul conductibilităţii termice (pentru CO_2) respectiv pe principiul arderii catalitice (pentru $CO + H_2$).

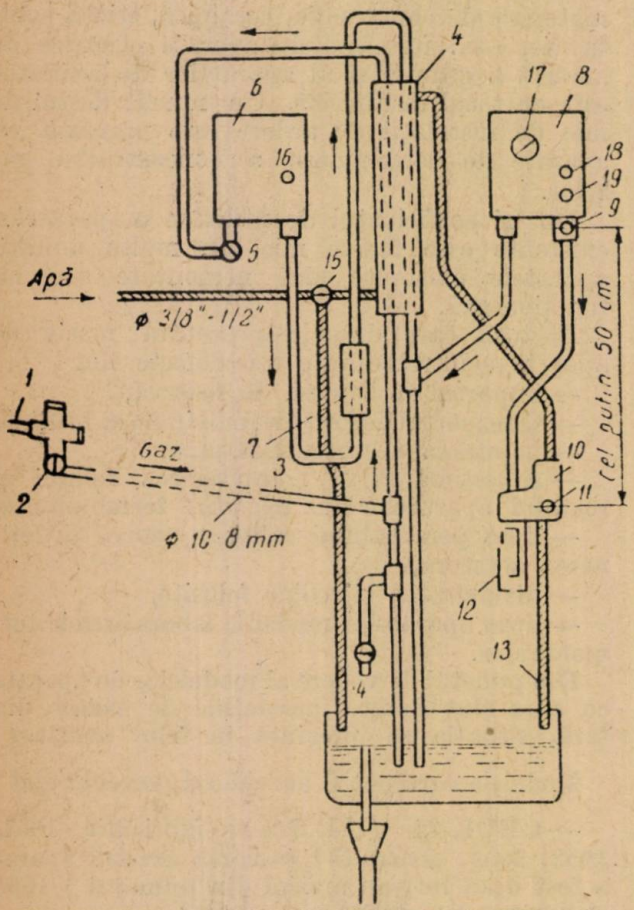


Fig. 1. Schema de montaj a aparatului tip „GED"

1—tub de captare a gazelor: 2—robinet pentru gaz: 3—conducta principală de gaz: 4—refrigerent: 5—filtru de control; 6—receptor pentru $CO+H_2$: 7—cuptor pentru arderea hidrogenului: 8—receptor pentru CO_2: 9—dispozitiv de laminare: 10—ejector: 11— robinet pentru gaz: 12—manometru: 13—vas de condensare: 14—robinet de alimentare cu aer: 15— robinet pentru apă: 16—reostat de nul: 17—miliampermetru: 18—reostat de curent: 19—reostat de nul.

Privind situaţia din punctul de vedere al întreţinerii, este semnificativ faptul că la o centrală unde întreţinerea este corespunzătoare („Steaua Roşie" — Sîngeorgiu de Pădure) unde personalul termotehnician se dovedeşte pregătit pentru problemele de amplasare, montare, întreţinere şi supraveghere a aparatelor de analiză a gazelor, dintr-un total de 6 aparate GEUK-21 au fost admise la verificare 5; iar la o unitate unde întreţinerea nu a fost corespunzătoare („Tîrnăveni I. E. Mediaş") au fost respinse 10 aparate de diferite modele (GED-49, Hartman-Braun, Siemens-Halske, Metra) dintr-un total de 12.

In anul 1955 s-a început verificarea de aparate de analiză a gazelor de ardere. In acest an s-a realizat în cadrul D.G.M. staţia de verificare a aparatelor electrice de analiză a gazelor şi s-au verificat la această staţie şi pe teren un număr important de aparate.

Un procent destul de însemnat de aparate importate au fost respinse, parte din ele datorită felului în care au fost folosite şi întreţinute.

O serioasă preocupare pentru întreţinerea şi verificarea internă a aparatelor de analiză a gazelor de ardere se constată la „Energotrust nr. 1 Bucureşti.

Analiza comparativă a celor mai curente aparate electrice de determinare a concentraţiei de CO_2 şi $CO + H_2$ în gazele rezultate din ardere

Numărul relativ redus de aparate de diferite modele şi mărci cercetate nu îngăduie să se tragă concluzii riguros valabile pentru toate

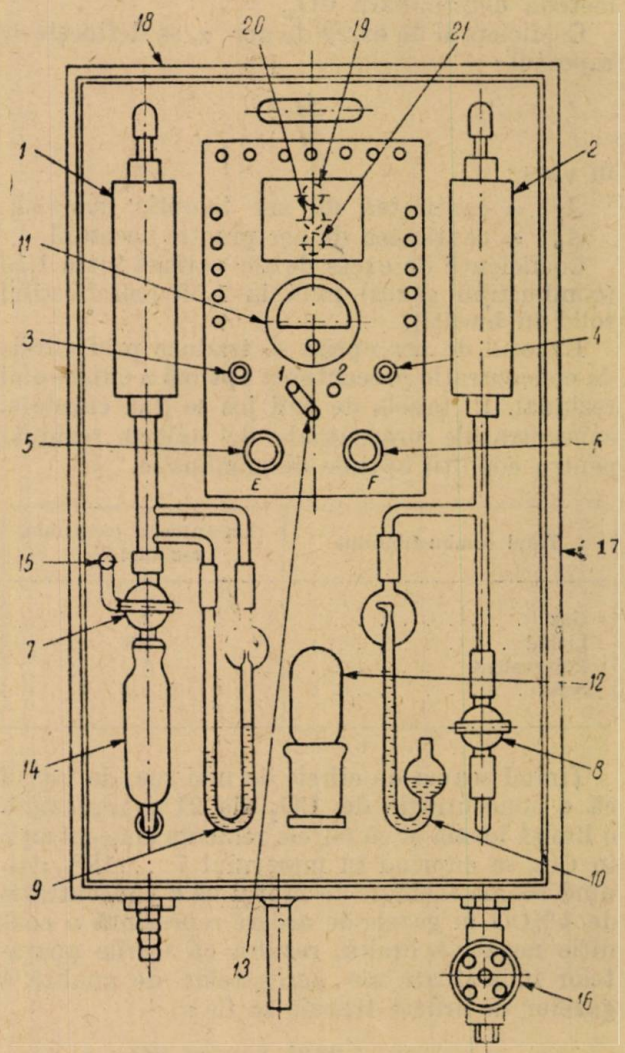


Fig. 2. Aparatul „Landis-Gir"

1—Receptor de $CO+H_2$: 2—Receptor de CO_2: 3—Reostat de nul pentru $CO+H_2$: 4—Reostat de nul pentru CO_2: 5—Reostat pentru ampermetru: 6—Reostat pentru baretor: 7—Ventil: 8—Ventil: 9—Manometru: 10—Dispozitiv de siguranţă: 11—Ampermetru: 12—Baretor: 13—Dispozitiv de comutaţie: 14—Filtru de vată: 15—Diuză de aer: 16—Ventil de reglare a apei: 17—Ejector în spatele aparatului: 18—Cameră de ardere a hidrogenului în spatele aparatului: 19—Rezistenţă etalon pentru aparat indicator de CO_2: 20—Rezistenţă etalon pentru aparat înregistrator de CO_2: 21—Rezistenţă etalon pentru aparatul indicator şi înregistrator de $CO+H_2$

caracteristicile metrologice şi constructive ale aparatului. Aceasta şi pentru faptul că aparatele cercetate se găseau în diferite condiţii de exploatare şi întreţinere, iar analize critice ale construcţiilor realizate nu se întîlnesc în literatură cu excepţia analizelor de ansamblu a aparatelor chimice în raport cu cele electrice. Cu toate acestea au putut fi trase o serie de concluzii care ar putea servi termotehnicienilor în alegerea modelelor de aparate pentru dotarea instalaţiilor de ardere şi organelor de import care ţin legătura cu producătorii din străinătate.

Aparatele chimice automate, care se caracterizează toate printr-o precizie cu totul satisfăcătoare, au o serie de deficienţe comune care reduc mult posibilitatea utilizării lor în industrie.

In primul rînd ele sînt fragile, din cauza tuburilor şi vaselor de sticlă cu mercur care fac parte integrantă din aparat.

In al doilea rînd determinarea este discontinuă, ceea ce duce la cunoaşterea aproximativă a desfăşurării procesului de combustie în focar. Intîrzierea importantă a indicaţiilor determină limitarea posibilităţilor de orientare rapidă a personalului de serviciu de la agregatul de ardere.

Indicaţiile aparatelor sînt insuficient de clare.

Aparatele se defectează în general greu, dar cer un personal de deservire de calificare superioară; încercările la zero cer un timp considerabil.

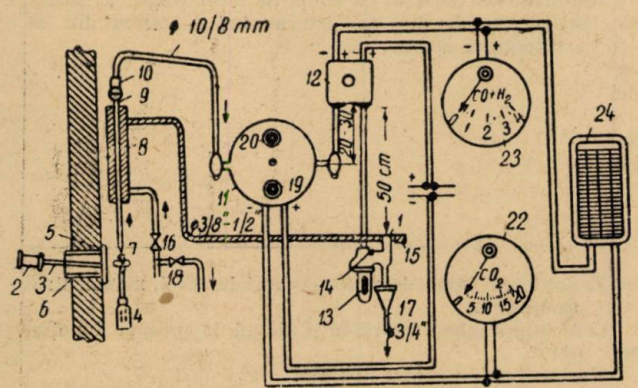


Fig. 3.— Schema de montaj a aparatului tip „Siemens şi Halske"

1—Ejector: 2—Filtru de ceramică: 3—tub de captare a gazelor: 4—Vas de condensare: 5—Flanşă: 6—Manşon de direcţie: 7—Robinet de închidere: 8—Refrigerent: 9—Filtru de control: 10—Dispozitiv de laminare; 11—Receptor pentru CO_2: 12—Receptor pentru $CO+H_2$: 13— Manometru cu lichid: 14—Robinet pentru gaz: 15—Robinet pentru apă: 16—Ventil: 17—Tub de evacuare: 18—Ventil pentru purjare: 19—Reostat: 20—Miliampermetru; 21—Sursă de curent: 23—Aparat indicator de CO_2: 23— Aparat indicator de $CO+H_2$: 24—Aparat înregistrator de CO_2 şi $CO+H_2$

Toate aceste deficienţe fac puţin recomandabilă folosirea aparatelor chimice automate pentru controlul combustiei; ele îşi găsesc însă o utilizare corespunzătoare în unităţile chimice de producţie semiindustrială şi industrială, unde existenţa personalului respectiv, condiţia de precizie — mai severă — existenţa reactivilor necesari, fac recomandabilă folosirea aparatelor chimice automate.

Dintre aparatele electrice, cele bazate pe arderea catalitică pe filament de platină (GED-49, Villy—Giede, Siemens—Halske, Hartman-Braun) prezintă deficienţa sistematică a ieşirii din uz — relativ rapidă — a receptorului de $CO+H_2$.

Un număr mare de aparate au receptoarele de $CO+H_2$ scoase din funcţiune, aşa că ele lucrează numai ca aparate de CO_2. Ţinînd seama de cele arătate în partea introductivă cu privire la semnificaţia concentraţiei de CO_2, putem trage concluzia că în condiţiile lipsei de piese de schimb, aparatele de CO_2 şi $CO+H_2$ nu-şi îndeplinesc, pur şi simplu, funcţiunea.

Cauza duratei mici de existenţă a receptoarelor de $CO+H_2$ stă în însuşi principiul aparatului. Arderea repetată a gazelor pe filamentul de platină duce la degradarea lui progresivă, mai ales cînd nu sînt luate toate măsurile pentru îndepărtarea agenţilor corosivi, care la temperatura de ardere a gazelor respective atacă platina.

Pînă la rezolvarea radicală a acestei probleme prin construcţia unor aparate industriale pentru determinarea concentraţiei în CO bazate pe alte principii decît arderea catalitică pe filament, este necesar să se asigure fire de aliaj de platină şi fire de platină pentru recondiţionarea receptoarelor (spirale de platină iridiu şi firele de platină ale punţii). Dotarea cu fire de platină şi cu utilaj corespunzător (laminoare), a atelierelor republicane, ar rezolva imediat problema repunerii în funcţie a aparatelor defecte.

Dacă în ceea ce priveşte partea de $CO+H_2$ a aparatelor electrice de CO_2 şi de $CO+H_2$, deficienţa semnalată este comună tuturor modelelor bazate pe principiul arderii catalitice pe filament de aliaj de platină, în ceea ce priveşte partea de CO_2 diferitele modele prezintă avantaje şi desavantaje caracteristice.

In tabela din pag. 16 se prezintă sinoptic aceste avantaje şi desavantaje, alături de celelalte de care s-a pomenit mai sus.

Trebuie să atragem însă atenţia că sînt insuficiente observaţiile asupra aparatului Willy-Giede care a intrat de puţină vreme în dotarea instalaţiilor de ardere.

Intr-un alt număr al revistei urmează să se facă unele consideraţii asupra perspectivelor evoluţiei aparatelor de analiză a gazelor şi asupra măsurilor tehnico-organizatorice legate de problema expusă.

In vederea îmbogăţirii materialului de observaţii cu privire la comportarea în exploatare a aparatelor care fac obiectul articolului de faţă, ar fi de dorit ca utilizatorii să-şi facă cunoscută părerea lor, rezultată din experienţa de zi de zi.

Aparatul	Calităţi-avantaje	Deficienţe-desavantaje
GEUK-21	Robusteţea generală a aparatului Milivoltmetre robuste, sensibile, destul de precise. Stabilizatorul-redresor robust şi eficient Aparatul are borne speciale pentru milivoltmetrul de control. Asigură precizia cerută de controlul combustiei Deservire relativ simplă. Piesele principale ale aparatului sînt prinse de un stativ metalic formînd un ansamblu care poate fi uşor fixat sau folosit la nevoie ca aparat portabil pe un şasiu cu roţi, în cadrul uzinei	Acul şi tubul manometric de sticlă sînt fragile ; tubul se sparge uneori la transport, iar vîrful acului ejectorului se rupe destul de des. Nu tote milivoltmetrele au dispozitive de blocaj . Tensiunea maximă a milivoltmetrelor neconstantă în timp. Unele indicatoare prezintă frecări. Este neeconomică construcţia cu refrigerent, ejector şi filtru de SO_2 separate, mai ales că ea presupune şi debit constant al sursei de apă. Aerul de comparaţie din camerile de aer ale receptorului este diferit de cel de la locul de exploatare şi în condiţii diferite (nu circulă).
GED-49	Ca şi la GEUK-21	Aceleaşi ca şi la GEUK-21. In plus : — fragilitatea receptorului pentru CO + H_2 (filamentul de platină iese repede din funcţie) ; — construcţie neeconomică cu receptoarele în două corpuri deosebite.
Willy-Giede	Economicitatea construcţiei (filtrul de SO_2, răcitorul şi pompa de sucţiune întrunite într-o singură piesă). Stabilirea debitului constant al curentului de gaz mult uşurată. Aerul din canalele receptorului circulă cu aceeaşi viteză ca şi gazul. Receptor de CO_2 şi CO + H_2 în acelaşi bloc. Conductele flexibile, scurte rezistente şi foarte etanşe. Deservire foarte simplă. Inregistrator bine şi fin executat.	Milivoltmetrele indicatoare de construcţie insuficient de corespunzătoare, (tensiunea maximă variabilă de la indicator la indicator ; frecări ; nu se reglează uşor pe zero). Fragilitatea receptorului de CO + H_2. Stabilizatorul redresor nu are o durată suficientă de bună funcţionare.
Siemens-Halske	Robusteţea generală a construcţiei. Robusteţea, justeţea, fidelitatea şi sensibilitatea aparatelor indicatoare de CO_2 şi CO + H_2. Construcţia corespunzătoare a receptorului de CO_2. Robinete cu trei căi pentru legătura cu aerul, cu gaze, cu aparatul chimic de control. Camerele receptorului de CO + H_2 sînt prevăzute cu şicane şi filtre de protecţie a filamentelor (la tipurile mai noi).	Necesitatea menţinerii constante a debitului de apă. Fragilitatea şi greutatea etanşeizării tubului manometric al ejectorului (la tipurile vechi). Stabilizatorul redresor cu lămpi de fer-hidrogen se scoate relativ repede din uz, determinînd scoaterea din uz a întregului aparat.
Landys-Gyr	Uşoară înlocuire a firelor de platină la blocul de CO_2. Uşurinţa racordării pentru verificare. Rezervor pentru evitarea pătrunderii apei în punte.	Fragilitatea părţii de sticlă (tuburi de nivel, manometrul ejectorului.) Cere supraveghere continuă şi atentă în timpul funcţionării. Nulul electric instabil în timp.
Aparate chimice : Ados, Junkalor, Omeco, etc.	Precizie satisfăcătoare la măsurarea CO_2 Precizie şi siguranţă la măsurarea concentraţiei de CO + H_2.	Discontinuitatea analizei gazelor care duce la o cunoaştere aproximativă a desfăşurării procesului de combustie în focar. Intîrzierea importantă a indicaţiilor care determină limitarea posibilităţilor de rapidă orientare a personalului de deservire a agregatului de ardere. Indicaţiile aparatelor neprevăzute cu dispozitive de transmitere a indicaţiilor către indicatoare secundare, sînt insuficient de clare. Aparatele chimice se defectează în general mai des, cer un personal de deservire de calificare superioară ; încercările la zero cer timp (30...40 minute zilnic).

Un precursor al metrologiei: Ştefan C. Hepites

Ing. GH. IVANOVICI

В связи с ознаменованием 105 лет со дня рождения Штефана К. Гепитеса, предшественника румынской метрологии и метеорологии приводятся некоторые данные из жизни и творчества этого крупного ученого.

★

A l'occasion de la 105-ème anniversaire du jour de naissance d'Etienne Hepites, on présente quelques aspects de la vie et de l'oeuvre du grand disparu.

La 17 februarie 1956 s-au împlinit 105 ani de la naşterea lui Ştefan C. Hepites, omul care prin neobosită muncă avea să fundamenteze în ţara noastră două discipline deosebit de importante pentru progresul ştiinţei şi tehnicii: metrologia şi meteorologia.

Născut la Brăila, la 17 februarie 1851, Ştefan C. Hepites *), fiul mai mic al doctorului Constantin Hepites, fost profesor la Şcoala Naţională de medicină şi autorul primului tratat romînesc de farmacopee, a învăţat din fragedă copilărie să iubească munca şi buna rînduială.

Ştefan C. Hepites şi-a început studiile la Brăila, le-a continuat la Ploeşti şi apoi la Bucureşti, unde după terminarea Gimnaziului Matei Basarab, a intrat în anul 1865 la Şcoala Militară, pe care a terminat-o în 1869.

Fiind trimis să-şi completeze studiile la Bruxelles, unde pasiunea lui pentru ştiinţele experimentale şi pentru matematici l-au determinat să se preocupe în special cu studiul fizicei şi matematicilor, obţine diploma de doctor în ştiinţele fizice şi matematice.

Ulterior se înscrie la Şcoala Politehnică creată atunci pe lîngă Universitatea din Bruxelles, pe care o termină, între primii clasificaţi, în anul 1875.

In luna septembrie a aceluiaşi an, abea reîntors în ţară, este numit inginer al portului Brăila, unde se începuse construcţia cheiurilor şi unde, prin cunoştinţele dobîndite, a fost de un real folos. In acelaşi timp preda şi matematicile la Gimnaziul din Brăila.

Doi ani mai tîrziu, în războiul pentru independenţă, Ştefan C. Hepites a luat parte ca locotenent de artilerie, comandînd bateria de coastă care a cooperat la luarea Rahovei.

Incă înainte de război, fratele său, doctorul Alexandru C. Hepites, înfiinţase la Galaţi o staţie meteorologică. Interesul deosebit pe care meteorologia î-l trezise în Ştefan C. Hepites l-a făcut să înfiinţeze şi el o staţie asemănătoare în Brăila, la finele anului 1878, staţiune în care singur executa toate observaţiile. Cum pe vremea aceia nu existau încă aparate înregistratoare, el făcea observaţiile din oră în oră, începînd dela orele 6 pînă la 22, uneori continuîndu-le şi în timpul nopţii.

In primăvara anului 1880, în urma publicării cu regularitate în Analele Academiei Romîne a rezultatelor observaţiilor pe care le făcea şi în urma interesului deosebit pe care aceste observaţii le-a stîrnit în lumea ştiinţifică, atît din ţară cît şi din străinătate, Şefan C. Hepites a fost ales membru corespondent al Academiei Romîne.

In 1884, primind însărcinarea de a înfiinţa un serviciu meteorologic în ţară, întreprinde o călătorie de studii pela Institutele Meteorologice ale Olandei, Danemarcei, Elveţiei, etc., după care se consacră organizării Institutului Meteorologic al Romîniei.

Institutul de Meteorologie a fost instalat provizoriu la Şcoala de Agricultură dela Herăstrău de unde, în 1888, a fost transferat într-un local propriu, situat pe Dealul Filaretului, în Str. Cuţitul de Argint, deal pe care cîţiva ani mai tîrziu avea să-l utilizeze, înglobîndu-l în primul şi cel mai frumos parc al Bucureştilor, Doctorul Istrati, chimistul. In anul 1892 a fost clădit localul birourilor şi în 1893 Pavilionul Geofizic unde să se adăpostească aparatele şi să se facă observaţiile magnetice şi sismice.

In acelaşi timp s-a preocupat de înfiinţarea staţiilor meteorologice, care în 1884 au fost în număr de 14, dintre care 3 staţii de ordinul II şi 11 staţii pluviometrice, al căror număr aveau să crească treptat, astfel încît în anul 1907 să ajungă la numărul de 416, dintre care 350 staţii pluviometrice şi 66 staţii de ordinul II.

*) Unele date biografice sînt culese din broşura omagială tipărită în septembrie 1922 de Institutul de Meteorologie din Bucureşti, la moartea lui Ştefan C. Hepites. Amănuntele asupra vieţii şi unele activităţi în afara metrologiei şi meteorologiei, ne-au fost comunicate de generalul Maltopol, nepot al dispărutului.

BUDAPESTI MUSZAKI EGYETEM KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1948

Paralel cu activitatea meteorologică și ca rezultat al observațiilor meteorologice la care utiliza multe și variate aparate de măsurat, Ștefan C. Hepites a trebuit și a început să se preocupe îndeaproape de problemele legate de obținerea unor rezultate cît mai exacte în măsurări. Rînd pe rînd publică diferite studii metrologice. Astfel, în 1880 publică în Revista Științifică un studiu cu titlul „Instrumente pentru măsurarea radiațiunei solare în diferitele Observatorii", urmat de un alt studiu cu titlul „Termometrie și Actinometrie" publicat în aceeași revistă. In 1882 în Analele Academiei Romîne publică un studiu cu titlul „Neconcordarea sub zero a indicațiunilor termometrelor cu mercur și alcool", care împreună cu cursul de fizică pe care l-a scris și în care dădea o deosebită importanță măsurilor și aparatelor de măsurat, pot fi considerate ca primele lucrări metrologice romînești. In 1886 a alcătuit lucrarea cu titlul „Descrierea și întrebuințarea instrumentelor la Institutul Meteorologic", lucrare care a servit mulți ani la inițierea și instruirea observatorilor meteorologi.

Anii 1887 și 1888 au fost pentru Hepites deosebit de rodnici în rezultate, concretizate în multe lucrări. Astfel, în această perioadă, în afară de multe lucrări cu caracter meteorologic, î-i apare cursul de topografie pe care î-l preda la Școala Specială de Silvicultură, și termină mai multe studii cu caracter meteorologic, dintre care cele mai importante sînt : „Determinarea înălțimii barometrului Institutului Meteorologic din București", „Instrucțiuni pentru stațiunile udometrice", „Instrucțiuni pentru stațiunile termo-umidometrice", precum și un studiu meteorologic deosebit de important asupra climei Bucureștilor în 1885—1888, care se referea la temperatura aerului, presiunea atmosferică și umezeala aerului, pentru care a utilizat toate determinările făcute în această perioadă.

In anul 1889 Hepites conducea și Serviciul de Măsuri și Greutăți și în scurtă vreme reușește să introducă definitiv la noi în țară sistemul metric, care deși adoptat încă din 1864, deci cu 11 ani înainte de „Convenția Metrului din 1875", nu reușise să se impună. In același an Hepites a fost delegat să participe la prima conferință generală de măsuri și greutăți dela Paris, unde participarea activă la toate problemele metrologice discutate, l-au făcut cunoscut în toată lumea științifică preocupată de problemele măsurărilor.

Reîntors în țară întocmește un raport asupra „Primei Conferințe generale internaționale de Măsuri și Greutăți ținută la Paris" în care expune pe larg toate problemele desbătute și arată măsurile practice ce trebuie luate în țara noastră.

Pentru a ușura munca de organizare a rețelei metrologice, în anul 1892 Hepites întocmește un studiu asupra Serviciului de Măsuri și Greutăți din Austria. Tot în același an publică în Buletinul Societății de Științe un studiu asupra Comparatorului vertical pentru măsurile de lungime. In anul 1893 studiază determinarea greutății cerealelor și întocmește o lucrare cu privire la umidometrul Institutului Meteorologic.

In anul 1894, datorită deosebitelor sale merite de om de știință, cu o activitate multiplă și variată, Hepites a fost ales membru al Comitetului internațional de Măsuri și Greutăți.

In anul 1918, Ștefan C. Hepites a fost delegat ca secretar ad interim al Comitetului Internațional de Măsuri și Greutăți iar în anul 1920 a fost ales definitiv în această funcție.

Numirea ca secretar al Comitetului Internațional de Măsuri și Greutăți reprezenta recunoașterea meritelor excepționale științifice ale lui Hepites și constituia o adevărată mîndrie pentru patria noastră. Din nefericire, Hepites nu a putut deține acest post decît pînă la data de 15 septembrie 1922, cînd s-a stins din viață la Galați, în vîrstă de 71 ani.

Activitatea neobosită a lui Hepites a deschis drum larg cercetărilor științifice în țara noastră, atît în domeniul meteorologiei și geofizicei, domeniu în care a avut nenumărate lucrări deosebit de importante, cît și în domeniul metrologiei.

Ștefan C. Hepites a colaborat cu toți învățații străini cari, ca și el, erau preocupați de problemele meteorologice, geofizice și metrologice, luînd parte la toate conferințele și congresele internaționale științifice din aceste domenii. Concomitent cu funcția de secretar al Comitetului Internațional de Măsuri și Greutăți, a îndeplinit și funcția de secretar al Comisiei Internaționale de Geodezie și a făcut parte ca membru din Comitetul Internațional de Meteorologie.

Datorită stăruințelor lui, țara noastră a aderat la Uniunea Geodezică și Geofizică Internațională precum și la Uniunea Internațională de Astronomie.

Intreaga operă științifică a lui Hepites se caracterizează printr-o deosebită scrupulozitate în a reda cît mai exact rezultatele observațiilor. Dușman al ipotezelor sau al teoriilor idealiste, Hepites situîndu-se consecvent pe pozițiile materialiste în cercetarea științifică, punea mult mai mare preț pe rezultatele cît mai exacte ale măsurătorilor. Ca și marele Mendeleev, Hepites în toate lucrările sale a fost condus de ideia că „în cunoașterea naturii, cel mai prețios sprijin î-l constituie măsura și măsurarea".

Opera lui Hepites, avînd un caracter informativ de cea mai mare valoare, valabilă și astăzi, constituie un exemplu și un adevărat îndrumător pentru cercetătorii din cele două discipline înrudite prin exactitatea urmărită : metrologia și meteorologia.

Importanța măsurărilor în industria alimentară

ing. E. SAFER

В статье указывается на значение измерений в пищевой промышленности и приводится в качестве примера разнообразие измерительных операций, имеющих место в процессе производства мясных консервов.

★

L'auteur montre l'importance des mesures dans l'industrie alimentaire. Pour en donner une notion exacte, il choisit comme exemple la diversité des operations de mesure intervenant dans le procés de production de la viande conservée.

Calitatea producției finite depinde în primul rînd de proprietățile materiei prime care se prelucrează și în al doilea rînd de regimul, condițiile și organizarea procesului de producție.

De aceea în industria alimentară unde calitatea produselor joacă un rol foarte important, nu se poate concepe prelucrarea unor materii prime și semifabricate fără un control serios și nu poate fi admisă o organizare incorectă a procesului de producție.

Organizarea incorectă a procesului de producție poate face ca dintr-o materie primă de bună calitate să se obțină produse finite de calitate inferioară sau chiar de proastă calitate.

Din această cauză procesul de producție trebue *controlat* sistematic, pe etape, bine organizat, iar acest control trebue să fie făcut de *oameni competenți* care să aibă la îndemînă *utilajul* corespunzător de control și de măsurat.

Fără acest control nu se poate duce lupta împotriva rebuturilor, pentru obținerea unei producții de calitate.

Toate acestea ne îndreptățesc a spune că pe lîngă activitatea propriu-zisă, productivă, a industriei, trebue să se dezvolte în mod continuu importanța funcțiilor ce o însoțesc, avîndu-se în vedere obținerea și menținerea condițiilor optime pentru desfășurarea procesului de producție în vederea atingerii unui înalt nivel al calității produselor.

Controlul, reglementarea, înregistrarea, dirijarea, sortarea, etc., sînt funcțiile cele mai importante care asigură buna desfășurare a procesului de producție, iar la baza tuturor acestora stă *măsurarea*. Pentru îndeplinirea acestor funcții auxiliare este nevoie neapărat să ne servim de aparate de măsurat numeroase și variate, cît mai bune, cît mai precise.

S-ar părea, la o superficială apreciere, că în domeniul industriei alimentare metrologia ocupă un loc secundar și că măsurările exacte sînt mai puțin utile decît în alte industrii, cum ar fi de exemplu industria metalurgică, etc.

Pentru a scoate în evidență rolul important pe care-l au aparatele de măsurat în procesul de producție în industria producătoare de alimente, este suficient a da un exemplu :

La unele fabrici de conserve, din lipsă de termometre, temperatura de sterilizare a conservelor se măsura prin apreciere, după indicațiile date de manometrele etuvelor.

Aceste manometre fiind neverificate și neexacte și infiltrîndu-se straturi de aer, temperatura era apreciată cu diferențe de aproximativ 20... ...25°C în minus.

Sterilizarea nefăcîndu-se la temperatura prescrisă, au rezultat mari cantități de conserve care au trebuit să fie rebutate.

Dar acesta este numai un exemplu. Multe sînt cauzele care pot provoca proasta calitate a produselor finite.

In cazul conservelor, dacă acestea nu sînt controlate riguros, se pot întîmpla cazuri care pot chiar dăuna sănătății consumatorilor, prin ajungerea în circuitul economic a unor conserve care nu rezistă în timp și se alterează.

Desigur că se pot preîntîmpina toate aceste neajunsuri prin respectarea în primul rînd a prescripțiilor privitoare la urmărirea întregului proces de producție și în același timp prin utilizarea la aceste controale de aparate de control corespunzătoare.

In Uniunea Sovietică se dă o deosebită atenție controlului procesului de producție, asigurîndu-se prin aceasta calitatea corespunzătoare.

Să urmărim punctele de control ale procesului de producție din exemplul de mai sus și anume, conservele de carne, pentru a ne da seama de diversitatea operațiilor de măsurare ce intervin ca *strict necesare*, precum și de utilitatea folosirii celor mai juste metode și a aparatelor corespunzătoare :

1. *Materia primă.* La primirea materiei prime trebuie să se determine de către laborator calitatea și prospețimea cărnii și a grăsimii, calitatea sării și a altor materiale în conformitate cu standardele respective.

La acest prim punct de control intervin un însemnat număr de operații de măsurare. Pentru controlul calității cărnii se utilizează fie potențiometrele, fie colorimetrele, iar determinarea calității grăsimii se poate face prin diferite metode, cea mai operativă fiind aceea cu butirometrul.

Iată pe scurt cum se procedează pentru efectuarea acestor analize :

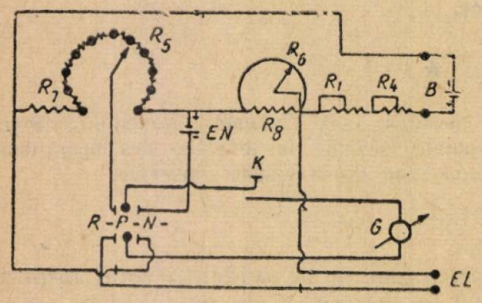


Fig. 1

a) Pentru *determinarea calității cărnii prin metoda potențiometrică*, se determină pH-ul extractului apos de carne cu ajutorul unui potențiometru. Unul din cele mai perfecționate modele este potențiometrul P-4 Moschip a cărui schemă de funcționare se vede în fig. 1.

Metoda de lucru cu aceste potențiometre constă din trei faze principale :

P r e g ă t i r e a. Aparatul are două circuite : un circuit de etalonare, pentru verificarea forței electromotoare a sursei de alimentare și un circuit de măsurare, pentru măsurarea căutată.

Înainte de începerea măsurării, aparatul se leagă cu sursa de alimentare prin bornele B, respectînd indicațiile semnelor potrivit cu notările de pe panou (fig. 2).

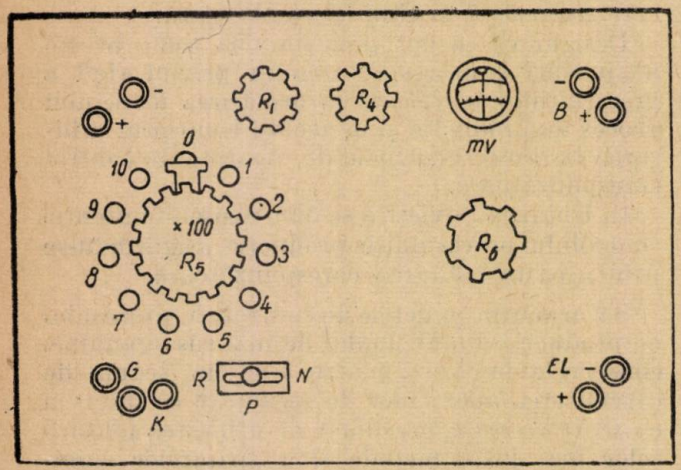


Fig. 2

La bornele EN se leagă un element normal, cu o forță electromotoare cunoscută (1,0185V) iar la bornele EL electrozii cufundați în soluția de cercetat. La măsurarea pH-ului cu electrod de chinhidronă, în lichidul de cercetat se adaogă cîteva cristale de chinhidronă.

V e r i f i c a r e a f o r ț e i e l e c t r o m o t o a r e a s u r s e i d e a l i m e n t a r e. Înainte de începerea măsurării se echilibrează forța electromotoare a sursei folosite cu aceea a elementului normal. Pentru aceasta sursa de curent și elementul normal se cuplează în circuitul de verificare, aducînd comutatorul în poziția N. Apoi se face compensarea circuitului, prin rotirea mînerului comutatorului R_1, care cuplează rezistența de reglaj aproximativ și apăsînd scurt, din cînd în cînd, pe butonul întrerupătorului K, se caută să se aducă acul galvanometrului G la zero. Apoi prin rotirea mînerului reocordului R_1 se execută reglajul fin ; rotirea se face pînă cînd acul galvanometrului G nu se mai abate de la zero la o apăsare scurtă pe buton.

D e t e r m i n a r e a p H - u l u i. După acordarea aparatului, se cuplează forța electromotoare de măsurat în circuitul de măsurat. Pentru aceasta comutatorul P se aduce în poziția R. Rotind la început mînerul comutatorului R_3 apoi reocordul R_6 și apăsînd din cînd în cînd pe butonul întrerupătorului K se ajunge la imobilitatea acului galvanometrului G la apăsarea pe butonul K ; apoi se citește mărimea forței electromotoare. Sutele de milivolți se citesc de pe comutator, iar zecile și unitățile de pe reocord.

Valoarea pH-ului se află cu ajutorul tabelelor din instrucțiunile pentru folosirea potențiometrului ținîndu-se seama de corecția de temperatură, sau aplicînd formula, pentru electrodul de chinhidronă (la 18°C) :

$$pH = \frac{454{,}1 - E}{57{,}7}$$

b) *Determinarea colorimetrică* se face cu ajutorul unui colorimetru, ale cărui părți componente sînt arătate în fig. 3.

Soluțiile de cercetat și cea etalon se pun în paharele (1), care sînt așezate pe măsuțele (2), fixate pe patinele (3). Patinele, cu ajutorul unor cremaliere, se deplasează în sus și în jos. Prin deplasarea păhărelelor în sus sau în jos, cilindrii de sticlă (4) se cufundă mai mult sau mai puțin în soluții și în funcție de aceasta variază grosimea stratului de lichid prin care trece raza de lumină. Pe fiecare patină există un indicator care în timpul mișcării patinei alunecă în lungul scării cu diviziuni pentru calcularea înălțimei coloanei de lichid.

M o d u l d e l u c r u. Înainte de a începe determinarea, se verifică poziția zero. Ambele păhărele se pun pe măsuțele mobile și se ridică, prin învîrtirea șuruburilor cremalierei, pînă cînd suprafețele de jos ale cilindrilor de sticlă vor atinge fundurile păhărelelor. Indicatorii trebuie să fie în dreptul diviziunilor zero de pe scară. Dacă nu se realizează acest lucru, indicatorul se deplasează în direcția dorită prin

învîrtirea şurubului. Locurile păhărelelor instalate nu pot fi schimbate.

După fixarea la zero, într-unul din păhărele se toarnă soluţia etalon, iar în celălalt soluţia de cercetat.

Păhărelele nu trebuie să fie prea pline, deoarece la cufundarea cilindrului de sticlă soluţia

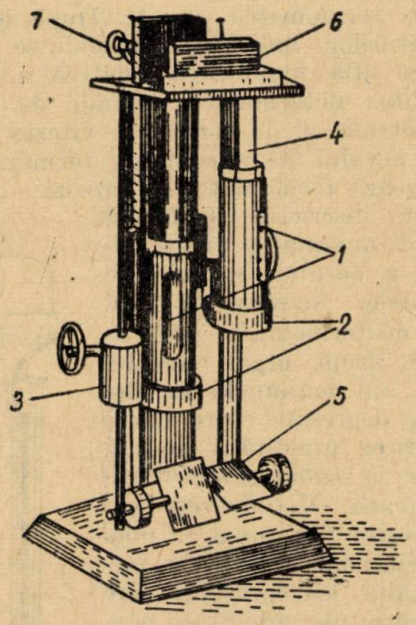


Fig. 3

se va vărsa. Păhărelul cu lichidul mai deschis la culoare se umple mai mult şi se aşează astfel încît înălţimea coloanei să fie maximă, iar indicatorul să se găsească în dreptul diviziunilor întregi (pentru comoditatea calculului). Prin deplasarea păhărelului al doilea în sus şi în jos, privind în ocular, se fixează o poziţie în care ambele semicercuri vor avea aceeaşi intensitate de lumină şi aceeaşi culoare.

După aceasta se citeşte înălţimea coloanei. Diviziunile pe scară sînt de 1 mm, iar fracţiunile se determină cu ajutorul vernierului.

Pentru obţinerea unor rezultate cît mai precise se recomandă ca înălţimea coloanei să fie determinată de cîteva ori şi să se ia media. Pentru determinările repetate trebuie modificată înălţimea poziţiei păhărelului fix.

In timpul lucrului cu colorimetrul, este necesar de a urmări uniformitatea luminării ambelor semicercuri. Colorimetrul se instalează astfel încît lumina care cade pe oglindă să fie destul de puternică, însă dispersată. In faţa colorimetrului nu trebuie să se găsească obiecte, care să formeze umbră pe oglindă.

Din practică s-a constatat că se obţin rezultate mai precise la compararea soluţiilor, atunci cînd ele nu sunt prea intens colorate, şi se deosebesc puţin în ceea ce priveşte intensitatea culorii (cel mult de 1,2 ori).

Metoda colorimetrică este foarte simplă ca execuţie şi permite să se facă determinările cu o viteză mai mare. In ceea ce priveşte însă precizia, ea este inferioară celorlalte metode de analiză. Erorile relative, chiar în cazul condiţiilor favorabile, ating 4—5%.

Determiuarea pH-ului prin metoda colorimetrică. In unele cazuri, coconcentraţia soluţiilor cercetate poate fi apreciată prin compararea culorii lor cu culoarea unor probe etalon, preparate dinainte, fiecare din acestea avînd o anumită concentraţie. Aceasta simplifică şi grăbeşte determinarea, însă micşorează precizia rezultatelor.

Metoda colorimetrică pentru determinarea pH-ului se bazează pe compararea culorii unui indicator oarecare într-un mediu cu un pH cunoscut, cu culoarea aceluiaşi indicator într-un mediu cu pH-ul necunoscut.

c) *Metoda determinării conţinutului de grăsime* se bazează pe distrugerea substanţelor proteice din produsul cercetat cu acid sulfuric concentrat şi separarea ulterioară a grăsimii prin centrifugare. Determinarea se face într-un butirometru (fig. 4).

In mod obişnuit cu butirometrul se determină conţinutul de grăsime din lapte ; de aceea diviziunile părţii gradate reprezintă procente de grăsime de lapte. Aplicat la alte substanţe se poate considera fiecare diviziune corespunzătoare cu 0,01133 g grăsime.

Modul de lucru. Materialul bine mărunţit, în cantitate de 2 g, se aşează într-o capsulă de porţelan şi se toarnă deasupra 5 ml acid sulfuric cu greutatea specifică 1,5. Proba se amestecă încălzind pe un foc mic, fără fierbere, pînă la formarea unei mase uniforme, brune. Lichidul brun format se trece în butirometru, unde în prealabil s-au turnat 5 ml acid. De pe capsulă se spală cu 5 ml acid şi se toarnă de asemenea în butirometru. Se adaogă apoi 4 ml alcool amilic şi izoamilic şi se astupă cu un dop de cauciuc. Se agită amestecul şi se aşează pentru cinci minute într-o baie de apă, la temperatura de 65—70°C, cu capătul îngust în sus. După aceasta butirometru se aşează în centrifugă cu partea îngustă spre centru, se centrifughează 5—7 min. la 800—1000 rot/min, se aşează apoi din nou în baie şi după cinci minute se citeşte cantitatea de grăsime pe scara de pe gîtul butirometrului.

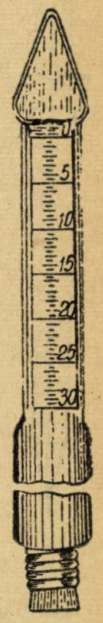


Fig. 4

2. *Dezosarea şi controlul cărnii* : Se determină calitatea dezosării după restul de carne rămas pe oase. Se verifică alesul şi exactitatea sortării cărnii. La acest punct de control, care se face prin apreciere de către specialist, trebuie să amintim de condiţiile în care trebuie păstrată materia primă ca să nu se strice.

De exemplu, pentru împiedicarea dezvol-

tării microorganismelor din carne, se procedează la congelarea acesteia. Dar la această operație temperatura cărnii nu trebuie să treacă peste — 10°C, căci dezvoltarea mucegaiului este favorizată sub această temperatură și de variațiile de temperatură și de umiditatea relativă a aerului.

Dezvoltarea mucegaiurilor poate fi oprită dacă camerele se dezinfectează sistematic, temperatura de păstrare nu întrece — 10°C și camerele se ventilează sistematic.

De aci reese necesitatea preciziei indicațiilor aparatelor de măsurat temperatura și umiditatea.

Măsurarea se execută astfel: Termometrele (fig. 5) introduse într-un tub metalic ascuțit pe care sînt făcute diviziuni pentru determinarea adîncimii, se introduc în grosimea cărnii. Partea de sus și cea de jos sînt despărțite pentru a nu se transmite căldura. La măsurare se recomandă să fie spartă în prealabil grosimea produsului congelat cu o tijă metalică, iar temperatura să fie înscrisă după 10 min. după introducerea termometrului în produs. Trebuie menționate și aparatele pentru înscrierea continuă a modificărilor temperaturii dinîncăperi și anume termografele (fig. 6). Acest aparat trebuie așezat în încăperile unde se verifică temperatura, la o oarecare distanță de perete și de stivele de carne, în poziție orizontală. Inainte de punerea

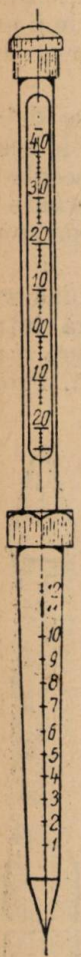


Fig. 5

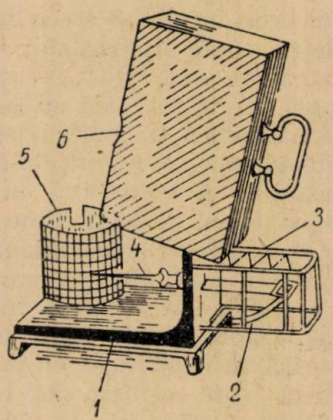


Fig. 6

1 — Suportul; 2 — organul sensibil; 3 — apărătoarea; 4 — ac cu peniță; 5 — cilindru cu mecanism de ceasornic; 6 — capac de sticlă.

în funcțiune a termografului trebuie verificată integritatea mecanismului ceasornicului și coincidența vîrfului peniței, pe bandă, cu indicațiile termometrului cu mercur. La nevoie se modifică poziția peniței, folosindu-se mecanismul de reglare.

Pentru măsurarea umidității relative a aerului din încăperile unde se află depozitată carnea se folosesc psihrometrele și higrografele.

Psihrometrul de tipul cel mai simplu este arătat în fig. 7. El este format din două termometre. Rezervorul cu mercur al unui termometru se înfășoară cu tifon și se cufundă într-o capsulă de apă. Din cauza evaporării apei și a absorbției de către aceasta a căldurii latente de evaporare, termometrul cu tifon (umed) va arăta o temperatură mai joasă decît al doilea termometru (uscat). După diferența temperaturilor indicate, folosindu-se de un tabel, se află umiditatea relativă a aerului. Exactitatea determinării depinde de precizia termometrului și de constanța vitezei de mișcare a aerului în apropierea termometrului. Se utilizează termometre cu precizia de 0,2°C.

Pentru înscrierea continuă automată a variației umidității relative a aerului, se folosesc higrografele. Acestea se deosebesc de termografe prin aceea că drept organ sensibil servește un mănunchi de fire de păr, degresate, care odată cu mărirea umidității se lungesc, iar la scăderea umidității se scurtează. Modificarea lungimii acestor fire pune în mișcare, printr-un sistem de pîrghii, penița higrografului care înscrie variațiile umidității pe o bandă (higrogramă) fixată pe un tambur care se rotește.

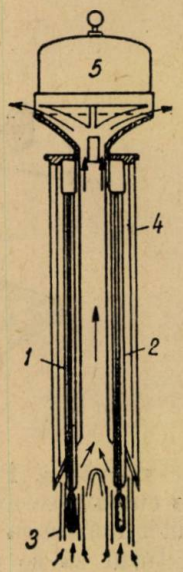


Fig. 7

1 — termometru uscat; 2 — termometru umed; 3 — tuburi de protecție; 4 — stativ; 5 — ventilator cu arc.

Se verifică înainte de folosirea higrografului integritatea mecanismului ceasornicului și coincidența acului cu datele obținute prin măsurarea umidității relative cu ajutorul psihrometrului.

3. *Controlul materiei prime vegetale.* Se verifică periodic exactitatea separării amestecurilor străine, a boabelor de materie primă bolnavă, alterată sau deteriorată.

4. *Inmuierea, fierberea și opărirea.* Se controlează periodic temperatura și durata procesului. Pentru controlarea temperaturii trebue utilizate termometre precise, corespunzătoare (industriale).

5. *Concentrația bulionului.* Se verifică periodic concentrația, densitatea și proprietățile organoleptice ale bulionului precum și temperatura lui pînă în momentul turnării în recipient. Pentru a se evita dezvoltarea microflorei, se controlează mereu ca temperatura să nu coboare sub 70°C.

6. *Umplerea cutiilor.* Inainte de umplere se controlează starea cutiilor și a capacelor și verificatorul procedează la marcarea lor. Controlul acestora trebuie efectuat cu multă atenție, la balanțe corespunzătoare toleranțelor admise pentru greutatea cutiilor de conserve respective. De aceea la începutul schimbului, contro-

lorul stabilește greutatea medie a cutiilor prin cîntărirea unui lot de 100 buc. cutii goale. Cantaragii verifică greutatea brută a tuturor cutiilor umplute, iar controlorul verifică periodic activitatea acestora.

Atît basculele zecimale sau romane, cît și balanțele utilizate, trebuie supuse unor veri-

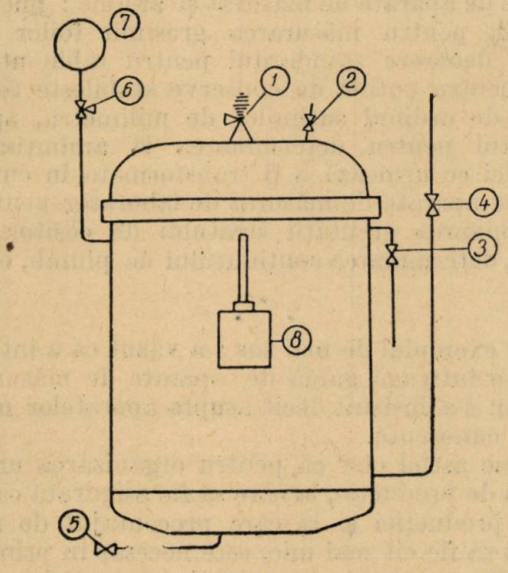


Fig. 8

ficări interne cît mai dese, între termenele de verificare ale Direcției Generale de Metrologie.

7. *Închiderea cutiilor.* Controlorul împreună cu muncitorul care reglează închiderea, verifică periodic calitatea falțului de închidere.

8. *Verificarea ermeticității.* La această operație, care se face într-o cadă cu apă, trebuie să se verifice în mod continuu temperatura apei cu termometre industriale.

9. *Sterilizarea.* Inainte de a se proceda la sterilizare, controlorul trebuie să verifice integritatea aparatelor de control și măsurat.

Sterilizarea se face cu ajutorul autoclavelor, care sînt aparate de formă cilindrică din tablă de oțel, prevăzute la partea superioară cu capace fixate de corpul cilindric cu șuruburi. Autoclavul (fig. 8) este prevăzut cu mai multe ventile (1, 2, 3, 4, 5) iar ca aparate de măsurat, are manometrul (7) cu scara (fig. 9) divizată în unități de presiune (kgf/cm^2) și în unități de temperatură (grade Celsius) precum și cu un termometru (8).

Operația de sterilizare trebuie să decurgă în felul următor :

Se umple autoclavul cu apă pînă la jumătate, se introduce coșul cu recipiente, se închide capacul și se fixează cu șuruburi. Se deschide complet ventilul de prea plin (3) și ventilul de abur (4). Se deschide ventilul de aerisire (2) pentru a elimina aerul din interiorul autoclavului. Aburii intrînd în aparat încălzesc apa din interior și o aduc la fierbere. In momentul în care acul manometrului începe să se miște, închidem ventilul (3) aproape complet. Ventilul de abur (4) continuă să rămînă deschis, iar ventilul de aerisire (2) este și el deschis. Din momentul în care acul manometrului începe să se urce, se închide complet ventilul de prea plin (3) și ventilul de aerisire (2), iar ventilul de abur, (4) se potrivește în așa fel, încît urcarea temperaturii să se facă într-un anumit timp (10—20 minute).

Din cînd în cînd se deschide ventilul cu trei căi (6) pentru a se elimina toată apa din conducta manometrului ; din cauza apei din această conductă manometrul indică totdeauna o presiune mai mare ca aceea a autoclavului.

Pentru a controla dacă evacuarea aerului a fost totală, temperatura citită pe termometru trebuie să fie egală cu temperatura indicată de acul manometrului.

Sterilizarea propriu zisă. Odată temperatura de sterilizare atinsă, se potrivește ventilul de abur (4) în așa fel încît presiunea să se mențină constantă, tot timpul sterilizării. Ventilul de aerisire este lăsat în permanență puțin deschis. La anumite intervale se deschide supapa de siguranță, pentru a răsufla autoclavul. Această „răsuflare" are ca scop și activarea circulației aburilor în aparat.

Scăderea presiunii se face imediat după ce a trecut timpul de sterilizare. Se deschide ventilul de abur (4) și se deschide ventilul de „prea plin" (3), în așa fel încît scăderea presiunii să se facă în cca. 10—20 minute.

Atunci cînd presiunea a scăzut complet, se deschide capacul, se scot cutiile și se introduc într-un bazin cu apă pentru a fi răcite.

Evacuarea aerului din autoclav în timpul sterilizării are o importanță deosebită, deoarece prin prezența aerului în autoclav nu există corespondență între presiune și temperatură.

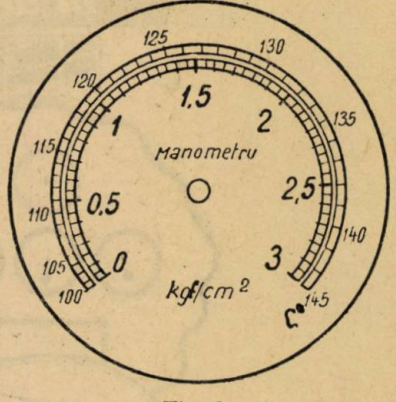


Fig. 9

In cazul cînd aerul rămîne în autoclav, presiunea indicată de manometru va fi egală cu suma presiunilor aerului și aburilor, deci temperatura citită pe cadranul manometrului nu va fi cea reală. Acest caz se numește în practică „ presiune rece".

De exemplu, atunci cînd presiunea manometrică este de 0,8 at, iar în autoclav va fi și aer

pe lîngă abur, temperatura nu va fi de 116° ci o temperatură mai mică, în raport cu cantitatea de aer din autoclav. *Se atrage atenţiunea asupra acestui fapt, deoarece sterilizarea trebuie făcută la o anumită temperatură şi nu la o anumită presiune.*

Evacuarea totală a aerului se realizează prin deschiderea completă a ventilului de aerisire la urcare şi menţinerea lui puţin deschis în tot timpul sterilizării.

10. *Prima sortare.* Rebutorii înlătură cutiile scurse controlînd la nevoie cu ajutorul balanţelor, greutatea brută. Controlorul, verifică la rîndul său periodic exactitatea rebutării.

11. *Termostatarea.* Se verifică ordinea aşezării conservelor în stive şi autoclave, temperatura şi umiditatea relativă a aerului în încăpere precum şi funcţionarea aparatelor respective de măsură şi control. Controlul calităţii conservelor finite începe cu termostatarea, a cărei scop este descoperirea cutiilor care nu sînt bune pentru păstrare datorită prezenţei în acestea a microflorei capabile de dezvoltare. Termostatarea se face la o temperatură de 37°C timp de zece zile admiţîndu-se diferenţe de ±1°C.

Pentru controlul condiţiilor de termostatare, în încăperea respectivă se aşează termometre şi termografe.

12. *Se face apoi a doua sortare,* după termostatare.

13. *Ambalarea*: Se verifică starea ungerii cutiilor, aşezarea corectă, ambalarea şi marcarea reglementară. Se rebutează cutiile bombate, cu scurgeri şi puternic deformate.

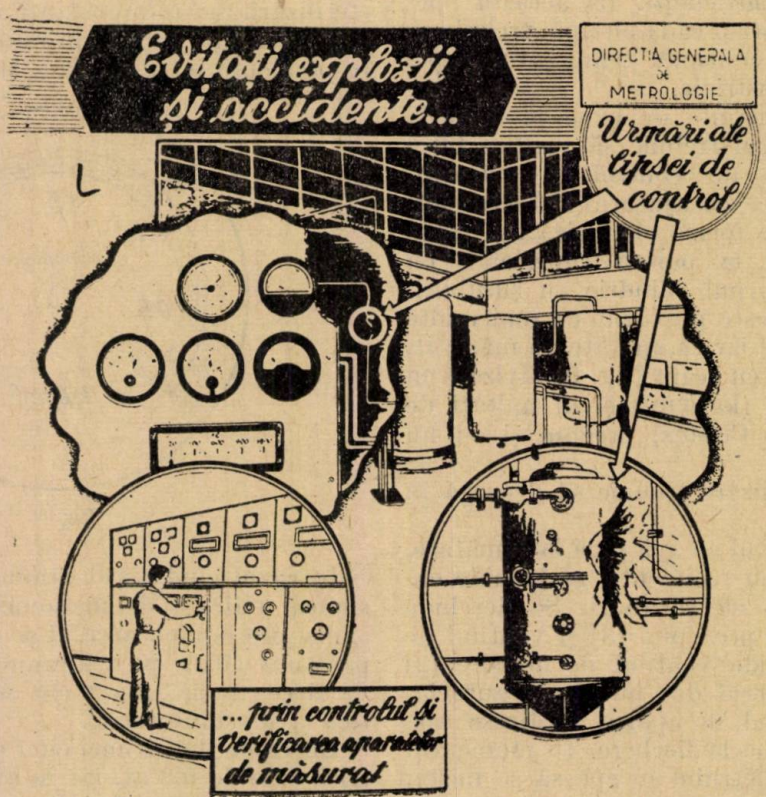
La ambalare se impune a se vorbi şi despre necesitatea examinării calităţii tablei căci proprietăţile acesteia, determină calitatea conservelor fabricate precum şi păstrarea lor îndelungată.

Şi la această examinare intervin de asemenea o serie de aparate de măsurat şi anume: micrometrul, pentru măsurarea grosimii foilor de tablă, deoarece standardul pentru table utilizate pentru cutiile de conserve stabileşte toleranţe de ordinul sutimilor de milimetru, apoi aparatul pentru determinarea la ambutisare a tablei ce urmează a fi transformată în cutii, diferite aparate de măsurat de laborator pentru determinarea greutăţii stratului de cositor al tablei, determinarea conţinutului de plumb, etc.

* * *

Din exemplul de mai sus s-a văzut că a intervenit o întreagă gamă de aparate de măsurat deşi nu s-a insistat decît asupra aparatelor mai puţin cunoscute.

Reese astfel clar că pentru organizarea unui proces de producţie, la care să fie asigurată calitatea producţiei şi la care procentajul de rebuturi să fie cît mai mic, este necesar în primul rînd să se acorde controlului producţiei rolul cuvenit şi implicit să se aprecieze la justa valoare importanţa măsurărilor prin asigurarea bunei funcţionări, a bunei întreţineri şi a verificării la timp a aparatelor de măsurat.



Cauzele lipsei de precizie în unele măsurări de parametri ai circuitelor de înaltă frecvenţă

Prof. Ing. EDM. NICOLAU

Разбирается в общих чертах точность достигнутая при измерении электронов и указывается, что ввиду сложности вопросов и многочисленности последствий в горичного характера, достигаемая точность является вообще посредственной. Однако, это не должно считаться недостатком на производстве, где всегда встречаются непредвиденные обстоятельства и где поэтому при монтаже предусматриваются регулируемые элементы.

Указывается на то, что в случае необходимости, электрические способы дают возможность получать исключительную точность, например при частотных измерениях

★

L'auteur discute, en général sur la précision des déterminations électroniques; étant donné la complexité des problèmes et la multitude des effets secondaires, la précision obtenue est, en général, médiocre. Toutefois, cela ne présente pas d'inconvénient dans la pratique où interviennent toujours d'éléments imprévus, qui expliquent d'ailleur les éléments réglables dont les montages sont équipés.

Il est montré que les méthodes électroniques permettent d'obtenir, au besoin, une précision exceptionnelle, comme par exemple dans les mesures de fréquences.

Pentru cine studiază problema măsurărilor electronice, situaţia acestui domeniu îi apare paradoxală. In primul rînd se realizează posibilităţi neîntîlnite în alte domenii — ceea ce face astăzi ca metodele electronice să fie larg răspîndite în cele mai diferite ramuri de cercetare ştiinţifică şi de producţie industrială. In acelaşi timp se constată că precizia realizată de metodele electronice este foarte variată — fiind în unele cazuri excepţională, pînă la 1 la 10^{12} — şi în alte cazuri mediocră — de ordinul zecilor de procente. Deoarece problema preciziei realizate prin metodele electronice este la noi puţin cunoscută — ca şi în general posibilităţile şi problemele mari care se pun în această disciplină — ne propunem să tratăm pe scurt aceste probleme în articolul de faţă, rămînînd ca eventual unele aspecte mai particulare să fie desbătute mai pe larg în alte articole următoare.

Pentru a putea avea o poziţie justă în problema erorilor care intervin în măsurările electronice, este necesar a cunoaşte în adîncime particularităţile experienţelor care au loc la frecvenţe mai înalte — şi în acelaşi timp un foarte întins bagaj de cunoştinţe teoretice. De la bun început trebuie înţeles faptul fundamental că spre deosebire de măsurările în curent continuu sau la frecvenţa reţelei, în înaltă frecvenţă fenomene secundare pot umbri cu totul fenomenul principal, schimbînd complet aspectul experienţei. Astfel pe cînd în măsurările în curent continuu un condensator nu prezintă decît o capacitate, iar în frecvenţă industrială şi un unghi de pierderi bine definite, provenind mai ales din pierderile care au loc în dielectric, în înaltă frecvenţă lucrurile devin mult mai complexe. Este bine a aborda de la început un caz real, pentru fixarea ideilor. Astfel, o analiză a fenomenelor care au loc într-un condensator în înaltă frecvenţă arată că schema

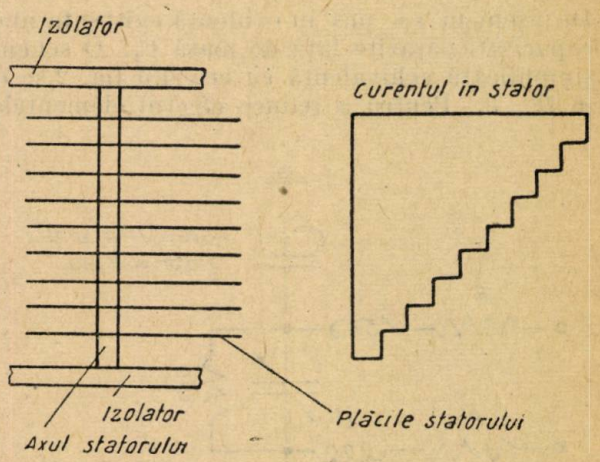


Fig. 1. Distribuţia curentului în statorul unui condensator

sa este foarte complicată. Considerînd distribuţia curentului în stator se constată că în prima placă densitatea de curent este maximă, venind acolo întreg curentul de la borna de conexiune. La prima placă a statorului o parte din curent trece în placa rotorului situată în faţa ei, iar alta trece mai departe în axul statorului. Situaţia se repetă, pînă ce la ultima placă curentul este nul. Distribuţia curentului în stator se prezintă deci ca în fig. 1. Conside-

rînd schema echivalentă ea se prezintă ca în fig. 2. Aci s-a pus în evidență atît rezistența de pierderi a dielectricului — figurată prin conductanța G — cît și rezistența R echivalentă cu pierderile în rotor și conexiuni — cît și inductanța distribuită din rotor și conexiuni.

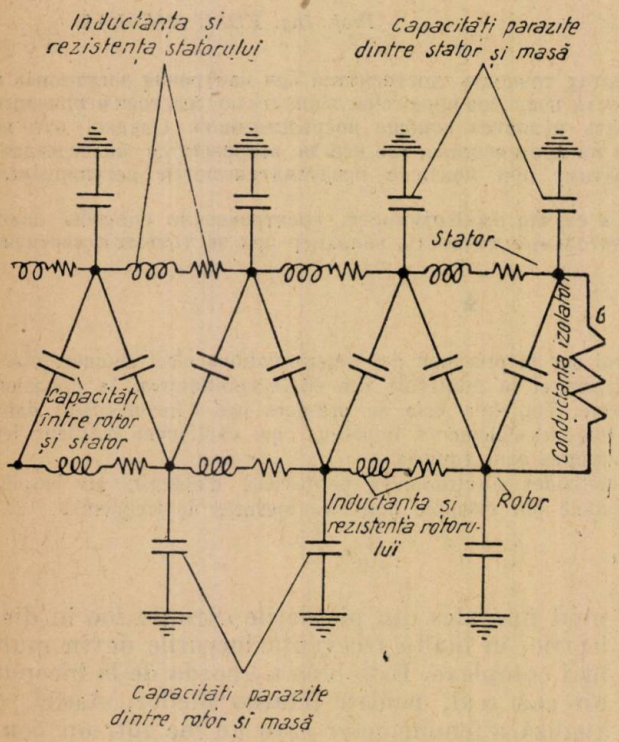


Fig. 2. Schema echivalentă a unui condensator.

De asemeni s-a pus în evidență existența unor capacități parazite față de masă C_p. O schemă simplificată echivalentă cu cea din fig. 2 se dă în fig. 3. Pentru a reduce efectul elementelor

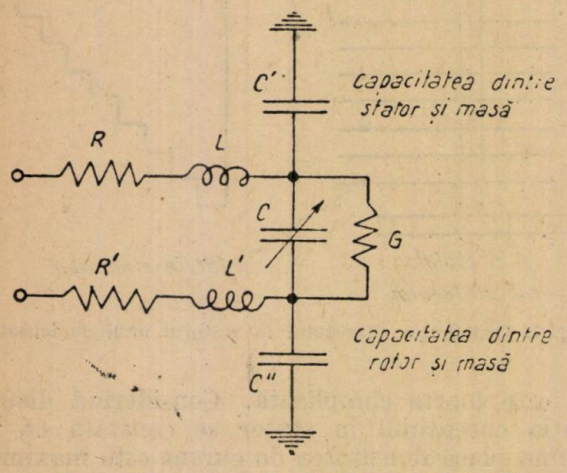


Fig. 3. Schema echivalentă simplificată a unui condensator.

parazite se obișnuiește a se ecrana condensatorul, ecranul conectîndu-se la rotor, și ambele punîndu-se la masă. In modul acesta se ajunge la schema simplificată din fig. 4. Se constată însă că pentru a se ajunge aci a fost necesar mai întîi o analizare teoretică — fizică a fenomenelor care se produc într-un condensator, apoi găsirea unei metode de eliminare a elementelor perturbatoare. In fine, în ultima schemă, corespunzînd situației finale, se observă că în definitiv între bornele de intrare se obține o capacitate echivalentă C_e care diferă de cea de curent continuu C, între ele existînd relația:

$$C_e = \frac{C}{1 - \omega^2 LC} \qquad (1)$$

ω fiind pulsația de lucru, iar L inductanța parazită din schema echivalentă. Rezultă de aci că la frecvențe mai înalte capacitatea prezentată

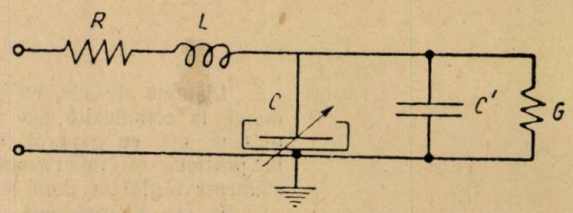


Fig. 4. Schema echivalentă a unui condensator ecranat, avînd ecranul la masă.

de un condensator standard este funcție de frecvență și diferă de cea pe care o prezintă el în joasă frecvență sau în c. c. Și — lucrul trebuie subliniat — la o frecvență suficient de mare — dincolo de frecvența de rezonanță serie a circuitului echivalent — condensatorul se prezintă ca o inductanță. Iată un lucru oarecum neașteptat.

Exemplul de mai sus ilustrează atît necesitatea unei analizări teoretice a situațiilor reale, cît și influența mare pe care o au elementele secundare — în cazul de față inductanța prezentată de rotorul condensatorului, respectiv de firele scurte de conexiune.

Tocmai această dificultate ce apare în realizarea unor elemente standard perfecte, face ca măsurările de impedanțe să devină dificile în înaltă frecvență. Totodată apar dificultăți și în realizarea unor rezistori perfecți și a unor bobine perfecte fără elemente parazite. Analizîndu-se de exemplu comportarea în înaltă frecvență a unui rezistor, se constată că apar fenomene complexe. Astfel în jurul său apare un cîmp magnetic, care este responsabil de apariția unei inductanțe în serie cu rezistorul. Fiecare punct al rezistorului prezintă o capacitate față de masă. Apare o capacitate între extremitățile rezistorului. In plus rezistența sa variază cu frecvența datorită efectului pelicular și în plus apar pierderi suplimentare în suportul pe care este dispus materialul rezistiv. Toate aceste fenomene fac ca schema unui rezistor să fie complexă, ca cea din fig. 5. Și este necesar a se studia reducerea fiecărui element parazit în parte, spre a se obține elemente care să aibă o comportare cît mai bună, pînă la o frecvență cît mai înaltă. O situație analoagă se

constată și în ceea ce privește bobinele, schema lor echivalentă în înaltă frecvență prezentîndu-se la fel cu cea din fig. 5 — cu deosebirea că aci rezistența serie este mică în comparație cu reactanța înductanței.

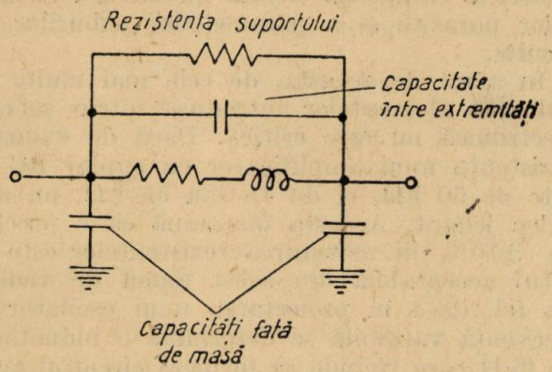


Fig. 5. Schema echivalentă în înaltă frecvență a unui rezistor.

După această analiză sumară a cîtorva fenomene în aparență secundare — dar în realitate foarte importante — care apar la elementele de circuit — să trecem la analizarea unei metode de măsurare a impedanțelor — la metoda punților. Această metodă este binecunoscută din măsurările electrice la frecvențe industriale, și se știe că cu ajutorul ei în acest domeniu se realizează precizii foarte bune. Dacă însă se încearcă să se aplice aceeași metodă în domeniul frecvențelor radio, apar o serie întreagă de probleme noi. O primă problemă este aceea că în mod curent atît generatorii de radiofrecvență cît și detectorii prezintă o bornă la masă. Dacă s-ar monta deci la o punte două astfel de elemente s-ar ajunge la situația din fig. 6 în care unul din brațele punții este scurtcircuitat datorită faptului că generatorul și detectorul au un punct comun la masă. Spre a se ieși din acest impas se pot utiliza transformatorii ecranați, care fac ca circuitul secundar să fie separat de cel primar, între ele neapărînd decît o impedanță foarte mare, datorită unei foarte mici capacități care există între cele două bobinaje separate printr-un ecran electrostatic.

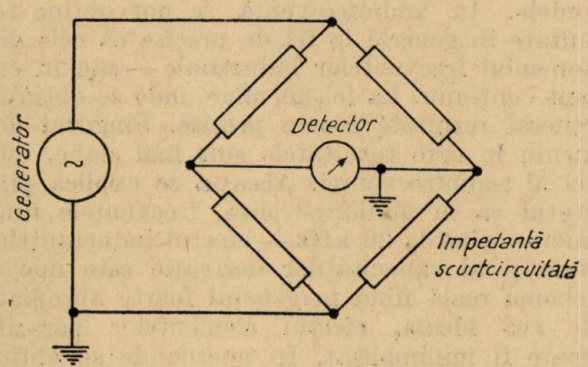


Fig. 6. Punte la care unul din brațe este scurtcircuitat de oarece atît generatorul cît și detectorul au o bornă comună la masă.

Dar chiar dacă se ia această precauție se constată că funcționarea punții nu este satisfăcătoare, deoarece între brațele punții apar impedanțe parazite de module mici —datorită faptului că frecvența este mare, iar aceste impedanțe sînt capacitive. La fel apar impendanțe parazite între generator și cele patru brațe ale punții, între aceste brațe și detector și între generator și detector.

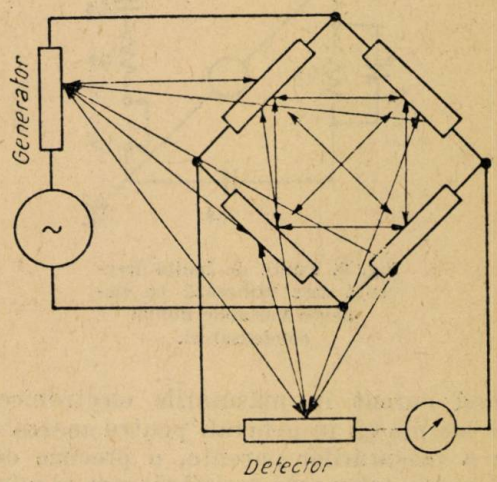


Fig. 7. Punte la care se pun în evidență impedanțele parazite.

Pentru a se elimina aceste impedanțe parazite, este necesar a se ecrana puntea. În fig. 8 se dă schema unei punți ecranate.

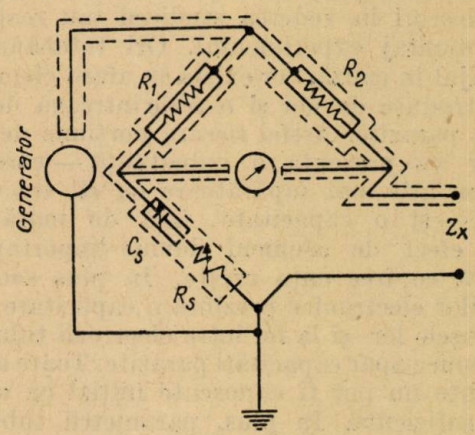


Fig. 8. Punte ecranată utilizată în înaltă frecvență.

Revenind la problema studiată în prima parte a articolului, anume cea în care se studia comportarea în înaltă frecvență a elementelor de circuit, trebuie să spunem că această problemă se pune și la elementele utilizate la punte. De oarece dintre cele trei categorii de elemente dipolare, L, R și C, numai capacitățile se pot realiza cu calități bune pentru înaltă frecvență,

s-a căutat a se utiliza la punți ca elemente variabile numai condensatori. In fig. 9 se dă schema unei punți care lucrează printr-o metodă de substituție și care utilizează ca elemente variabile numai condensatori.

După analizarea unei serii de dificultăți care apar în măsurările radiotehnice, să revenim la problema centrală a articolului de față și să arătăm care este gradul de precizie realizat

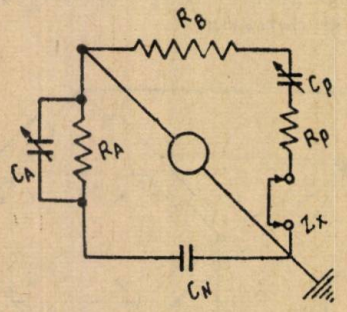


Fig. 9. Punte de înaltă frecvență care utilizează ca elemente variabile numai condensatori.

în mod curent în măsurările electronice. Se poate afirma că în general, pentru marea categorie a măsurărilor curente, o precizie de ordinul procentelor este satisfăcătoare și adeseori considerată ca fiind foarte bună. Acest lucru se justifică atît prin complexitatea dificultăților care apar în măsurare — așa cum s-a arătat mai sus pentru unele măsurări radiotehnice — cît și prin caracterul problemelor de măsurări practice care intervin în electronică.

Nu trebuie uitat că în practică măsurările se fac adeseori în vederea studierii sau realizării unui montaj experimental. Ori totdeauna în montajul în cauză, vor exista în afara elementelor introduse de noi și o serie întreagă de elemente parazite. Astfel fiecare porțiune de conductor va prezenta o inductanță — care devine cu atît mai supărătoare cu cît frecvența crește — și o capacitate față de masă — al cărui efect de asemeni devine important pe măsură ce frecvența crește. In plus soclurile tuburilor electronice prezintă o capacitate între picioruşele lor și la fel între electrozii tuburilor electronice apar capacități parazite. Toate aceste elemente nu pot fi cunoscute inițial cu o precizie suficientă. In plus, parametrii tuburilor electronice prezintă o plajă destul de întinsă de variație chiar în interiorul unui singur tip de tub. Ori este de asemeni neobișnuit de a se măsura parametrii tubului înainte de a face proiectarea respectivului aparat. Aceasta ar fi de altminteri o operație inutilă, de oarece prin funcționare tubul se consumă și atunci în mod inevitabil el va trebui schimbat. Ori nu este probabil că noul tub va prezenta caracteristicile identice cu primul, și în consecință dacă s-ar merge pe linia unei proiectări exacte, la fiecare schimbare a unui singur tub, întreg aparatul trebuie reproiectat. Cum aceasta ar fi mult prea complicat, se recurge la introducerea în schemă a unor elemente ajustabile — de cele mai multe ori trimeri și potențiometri — care la fiecare schimbare a tuburilor se reajustează pentru a compensa efectul modificării elementelor parazite și a parametrilor tuburilor înlocuite.

In afară de aceasta, de cele mai multe ori valoarea elementelor introduse într-o schemă electronică nu este critică. Dacă de exemplu rezistența unui amplificator cu cuplaj RC nu este de 50 kΩ, ci de 45 sau 55 kΩ, nu este deloc jenant. Aceasta înseamnă că o precizie de ±10% în măsurarea rezistențelor este cu totul acceptabilă din acest punct de vedere. La fel, dacă în proiectarea unui oscilator de frecvență variabilă se determină o inductanță de 9μH care trebuie să formeze circuitul acordat împreună cu un condensator variabil de 500 pF, dacă inductanța se măsoară cu o precizie de ± 10% iar se obține un rezultat satisfăcător, variația inductanței putînd fi compensată de către un trimer dispus în paralel pe condensator. In plus nu trebuie uitat că nici valoarea condensatorului nu este exact 500 pF — existînd totdeauna toleranțe — destul de largi — la piesele de serie.

De altminteri, în alte situații o precizie de ±10% este încă bună. Acesta este de exemplu cazul determinării valorii unei rezistențe de grilă — valoare care nu este deloc critică.

Nu trebuie însă crezut că tehnica și știința măsurărilor electronice și radiotehnice se mulțumește totdeauna cu rezultate atît de mediocre. In primul rînd trebuie specificat dela început că se disting mai multe domenii relative la frecvențele de lucru — fiecare cu caracteristicele sale bine definite. Aceste domenii sînt : audio frecvența, radiofrecvența și microundele. In audiofrecvență se pot obține rezultate în general la fel de precise ca cele din domeniul frecvențelor industriale — sau în curent continuu. La fel, în microunde se obțin în general rezultate foarte precise. Singurul domeniu în care rezultatele sînt mai slabe, este cel al radiofrecvenței. Aceasta se explică prin faptul că în audiofrecvență, frecvențele fiind mici — pînă la 20 kHz — efectul inductanțelor serie și al capacităților derivație este mic și schema reală fiind în general foarte apropiată de cea ideală, efectul elementelor parazite poate fi minimalizat. In microunde se obține un alt avantaj, și anume circuitele sînt perfect delimitate și fenomenele bine încadrate în formule matematice, toate efectele putînd fi localizate și manipulate.

Dacă ar fi acum de analizat domeniul frecvențelor radio — acela în care se obțin rezultatele cele mai mediocre — se constată totuși că disciplina măsurărilor radiotehnice răspunde cu succes unei serii întregi de pro-

bleme. Ea reuşeşte în primul rînd să măsoare o foarte întinsă categorie de mărimi — dintre care multe nici nu intervin în tehnica măsurărilor electrice. Astfel ea măsoară în afara tensiunilor, curenţilor, impedanţelor, puterilor şi defazajelor — mărimi care intervin şi în joasă frecvenţă — factori de calitate, timpi de întîrziere de grup, grad şi indice de modulaţie, intensitatea cîmpului electromagnetic, parametrii echivalenţi ai cristalelor de cuarţ etc. De asemeni ea reuşeşte să determine aceste mărimi cu o precizie bună pe o gamă foarte întinsă de valori. Să nu se uite că metodelor electronice li se cere să măsoare curenţi între 10^{-16} şi 10^{3} A; capacităţi între 10^{-16} şi 10^{-3}F; inductanţe între 10^{-9} şi 10^{3} H, rezistenţe între 10^{-2} şi $10^{15}\Omega$. Este o varietate foarte mare de valori, şi fiecare mărime cere elaborarea unor metode adecuate cazului respectiv. Este bine să amintim că numai la tuburile electronice se măsoară aproximativ 60 de mărimi diferite, toate precis definite. Astfel, pe lîngă parametrii clasici: factor de amplificare, pantă, rezistenţă internă, se măsoară curentul de radiaţie termoionică a grilei, punctul de separare a caracteristicei diodei echivalente de legea 3/2, timpul de încălzire al catodului, timpul de desionizare al tuburilor cu gaz etc.

De asemeni, trebuie amintit faptul că astăzi metodele electronice prin sensibilitatea aparatelor şi a posibilităţilor lor, s-au impus într-un mare număr de ramuri ale tehnicii. Astăzi în reactorii nucleari, în studierea radiaţiilor, în biologie, în oncologie, pe masa de operaţie a spitalelor, în institutele de matematică, pretutindeni se utilizează metode de măsură de precizie, adică electronice. Mai mult chiar, există o ramură a tehnicii măsurărilor unde metodele electronice întrec cu multe lungimi toate celelalte metode. Este vorba de măsurarea timpilor şi a frecvenţelor. In această direcţie a fost necesară realizarea unei precizii cît mai bune. In acest scop s-au construit aparate care măsoară frecvenţele şi timpii atît de precis, încît s-a dovedit că vechiul standard de timp — constituit de mişcarea pămîntului — numai este satisfăcător. Omul a reuşit ca prin metode electronice să realizeze o precizie mai mare decît precizia oferită de natură prin mişcarea soarelui şi pe care ştiinţa omenească a considerat-o timp de milenii ca fiind o mişcare perfect regulată. Astăzi noile standarde primare de frecvenţă, realizate pe principii atomice şi moleculare, permit obţinerea unei precizii de 1 la 10^{12}. Acest rezultat cu totul excepţional va permite printre altele definirea unui standard de timp mai precis decît cel actual, şi studierea mişcărilor pămîntului, sperîndu-se să se poată obţine unele verificări asupra teoriei generalizate a relativităţii.

In concluzie, măsurările electronice se prezintă ca un domeniu în care problemele sînt foarte complexe, şi în care trebuie create o serie întreagă de metode adecuate specificului condiţiilor de lucru. In general se poate spune că preciziile realizate în mod curent sînt mediocre — dar suficiente pentru scopurile practice. Acolo însă unde este cazul, se realizează precizii excepţional de bune, cum este de exemplu cazul măsurării precise a frecvenţelor. Precizia realizată deci de măsurările electronice trebuie judecată în primul rînd după condiţiile în care sînt efectuate, după necesitatea obţinerii unei anumite precizii. Dacă precizia curentă realizată este de ordinul procentelor, sau chiar a zecilor de procente, printr-o analizare a efectelor perturbatoare, metodele electronice permit astăzi obţinerea unei precizii cel puţin comparabilă — în condiţii de laborator — cu precizia realizată — în aceleaşi condiţii — de către tehnica măsurărilor electrice curente. Nu trebuie însă uitat că pentru majoritatea scopurilor practice aceasta este un lux. Această precizie prezintă însă interes şi trebuie realizată de către birourile de standardizare şi laboratoarele specializate şi trebuie aplicată în practică atunci cînd este cazul.

NOTE BIBLIOGRAFICE

Din Uniunea Sovietică ne-a sosit o nouă carte care se adaogă la puţinele cărţi de specialitate metrologică pe care le posedăm ca material documentar.

Este vorba de cartea „instalaţii de dozare gravimetrică" de S. P. Orlov apărută la Moscova în anul 1955 în editura MASGHIZ (Editura Tehnico-Ştiinţifică de Stat pentru literatură de Construcţii de Maşini) şi tradusă de curînd pentru uzul intern al Direcţiei Generale de Metrologie de pe lîngă Consiliul de Miniştri.

Această carte este destinată a servi drept îndrumător tehnicienilor şi inginerilor preocupaţi de aceste probleme şi în special constructorilor şi tehnologilor.

Pentru tehnicienii şi inginerii din Direcţia Generală de Metrologie, cît şi pentru metrologii din alte instituţii, această carte poate fi considerată ca foarte necesară întrucît pînă în prezent nu avem alt material care să trateze aceste probleme.

Autorul a ţinut seama în primul rînd de faptul că în multe procese tehnologice dozarea materialelor pulverulente şi lichide constituie una din operaţiile cele mai importante şi că de corecta organizare a procesului de dozare şi de justa folosire a aparatajului respectiv depinde în mare măsură calitatea produselor şi economia de materiale.

De aceea se descrie în carte, pe lîngă metodele de dozare a materialelor şi felul cum sînt construite aceste aparate, precum şi modul de exploatare a lor.

Se descriu de asemenea schemele de producţie pentru dozare şi o serie de dozatoare gravimetrice adaptate diferitelor domenii ale industriei: metalurgice, chimice, ceramice, sticlărie, alimentare. Se studiază şi procedeele automate de dozare.

In legătură cu constituirea sistemelor de mărimi și unități în radiologie

M. ONCESCU

В литературе применяется значительное количество радиологических величин и единиц, вводимых по мере выявления спицифических нужд этой дисциплины, что приводит к тому, что у большинства из них наблюдается непоследовательность.

Автор вносит цредложения по систематизации этих величин и единиц, Он группирует радиологические величины в два разряда: первыи из них имеет в своем начале дозу, рассматриваемую в данном случае в качестве основной величины, а второй основан на адеорбированной дозе—величина производная, энергетического характера.

★

On employe dans la littérature plusieurs grandeurs et unités radiologiques, introduites à mesure que les nécessités spécifiques à cette discipline les ont imposées. Il en est résulté de se fait l'incohérence de la majorité d'entre elles.

L'auteur fait des propositions pour la systématisation de ces grandeurs et de ces unités. Il groupe notammant les grandeurs radiologiques en deux catégories: la première basée sur la dose, traitée comme grandeur fondamentale, et la deuxième basée sur la dose absorbée, qui représante une grandeur dérivée, de nature énergétique.

In preocupările radiologiei intră și acțiunea radiațiilor electromagnetice (radiațiile Röntgen și γ) și a radiațiilor corpusculare (radiațiile α, β etc.) asupra organismului omenesc. Sînt bine cunoscute efectele biologice ale acestor radiații, atît ca acțiune vătămătoare pentru țesuturi cît și ca acțiune terapeutică. Din acest dublu efect al acestor radiații rezultă în mod evident importanța măsurărilor, deci importanța dozimetriei.

In fizica atomică și nucleară, unde se lucrează din ce în ce mai mult cu radiații sau particule de energii mari și foarte mari, cunoașterea și măsurarea efectului lor biologic este de asemenea deosebit de importantă.

Mărimile și unitățile caracteristice radiațiilor Röntgen și γ. Pentru caracterizarea radiațiilor s-ar putea folosi următoarele două mărimi: intensitatea de radiație și cantitatea de iradiere*).

*) *Nota redacției.* In radiologie și ca atare în dozimetrie, se folosesc în prezent diferite mărimi și unități de măsură Parte din acestea nu sînt coherente. Definițiile și adeseori denumirile utilizate curent diferă ceea ce dă posibilitatea confuziilor.

In R.P.R. este în vigoare standardul 2446-51 care legalizează „röntgenul" ca unitate de măsură pentru doză și „röntgenul pe secundă" ca unitate pentru doze-debit.

Sistematizarea noțiunilor, adoptarea unor definiții unice, bazate pe sistemul practic de unități și stabilirea unei nomenclaturi clare și a unor simboluri anumite sînt probleme ce trebuie rezolvate neîntîrziat.

Articolul tov. M. Oncescu prezintă o propunere personală pentru o parte din aceste probleme, propunere care poate constitui foarte bine o bază de discuție generală.

Avîndu-se în vedere dezvoltarea pe care o va lua în țara noastră aplicațiile izotopilor radioactivi și cercetările atomice și nucleare, acțiuni în care dozimetria are o importanță incontestabilă, „Metrologia Aplicată" pune paginile sale la dispoziția celor ce vor să contribuie la rezolvarea problemelor menționate mai sus.

Intensitatea de radiație este energia radiantă care *trece* în unitatea de timp prin unitatea de arie, perpendicular pe direcția de propagare. Această mărime se poate măsura cu unitățile: $erg/s \cdot cm^2$ sau W/cm^2.

Cantitatea de iradiere este energia radiantă care, în tot timpul iradierei, *cade* pe o arie din materialul iradiat egală cu unitatea și așezată perpendicular pe direcția de propagare. Această mărime se măsoară cu unitățile erg/cm^2 sau J/cm^2.

Trebuie precizat că în limbajul comun se folosește des termenul de *cantitate de radiație*, în locul aceluia de *cantitate de iradiere*. In cele ce urmează se va întrebuința termenul de cantitate de iradiere, acesta fiind mai corect deoarece scoate în evidență faptul că este vorba de energia recepționată de un corp iradiat.

Radiațiile Röntgen și γ nu pot fi caracterizate prin intensitatea de radiație, deoarece la intensitățile cu care se lucrează de obicei, nu se poate aplica unul din procedeele de măsurare obișnuite. In adevăr absorbția energiei radiante corespunzătoare ridică temperatura corpului iradiat cu o valoare atît de mică încît este greu de măsurat această creștere, prin metodele calorimetrice obișnuite. Pe de altă parte nu toți fotonii din fascicolul incident interacționează cu materialul respectiv. Aceasta face ca la măsurarea acestor radiații să nu se folosească metoda calorimetrică, trebuind să se găsească un alt procedeu de măsurare. Dar un nou procedeu de măsurare înseamnă definirea unei mărimi de altă natură care trebuie să satisfacă unor cerințe specifice radiologiei.

In radiologie nu contează radiația incidentă și, cu atît mai mult, nici radiația transmisă, adică aceea care trece dincolo de corpul iradiat. In această disciplină este esențial să se cunoască numai radiația absorbită în corpul iradiat.

Problema centrală este, pînă la urmă, de a cunoaște cît mai bine efectele biologice provocate de radiația absorbită. Prin urmare, noua mărime trebuie să aibă o corelație cît mai strînsă cu efectele biologice produse de radiația absorbită.

Procedeul calorimetric de măsurare a energiei radiante absorbite poate fi înlocuit cu un altul, bazat pe alte efecte ale radiațiilor Röntgen sau γ, de exemplu *efectul de ionizare* sau *efectul fotografic*. Trebuie ales un efect a cărui mărime caracteristică să fie proporțională cu intensitatea radiației absorbite. Din nefericire această proporționalitate nu există. Mărimea acestor efecte este proporțională, în general, nu cu energia, ci cu viteza cu care este absorbită această energie radiantă. In plus, energia radiantă absorbită depinde și de lungimea de undă a radiației respective.

Deoarece din punct de vedere biologic, interacțiunea radiației cu materia este în general considerată prin procesele de ionizare, s-a ales efectul de ionizare ca să stea la baza constituirii unui nou procedeu de măsurare pentru radiațiile Röntgen sau γ.

Folosirea fenomenului de ionizare a aerului de către radiațiile Röntgen și γ pentru măsurarea acestor radiații se bazează pe următoarele două observații :

a) Aproape toată energia radiantă absorbită este cheltuită pentru producerea perechilor de ioni.

b) Ionii produși prin iradiere pot fi numărați înainte de recombinare și difuzie (dispariție). Determinarea se poate face cu ajutorul unei *camere de ionizare*, prin măsurarea sarcinei electrice colectate de una din plăcile acestei camere.

Cu ajutorul procedeului de măsurare, bazat pe ionizarea aerului, se definește direct o nouă mărime : *doza*.

Doza este mărimea care se măsoară prin ionizarea aerului, (numărul de perechi de ioni într-un anumit volum de aer) produsă de o radiație Röntgen sau γ. Unitatea de doză este röntgenul.

După cum se vede doza este definită ca o mărime fundamentală adică prin stabilirea procedeului de măsurare și indicarea unei unități.

De la început trebuie făcută remarca că doza se definește în funcție de ionizarea aerului. Conform observației de mai sus, cu ajutorul acestei mărimi ar trebui evaluat efectul biologic al radiației interceptate de țesuturile organismului uman, și deci definiția dozei ar trebui să se bazeze pe ionizarea în țesut. In acest prim stadiu de analiză a mărimilor caracteristice acestor radiații, nu ne punem problema corelației între ionizarea în aer și ionizarea în țesut. Facem deocamdată presupunerea tacită că cele două ionizări sînt egale.

Din definiția *dozei* rezultă că această mărime este proporțională cu cantitatea de iradiere și nu cu intensitatea de radiație. Coeficientul de proporționalitate între doză și cantitatea de iradiere, depinde într-un mod încă necunoscut cu precizie, de lungimea de undă [1]). Prin urmare, pentru o radiație incidentă, de o anumită intensitate de radiație, care iradiază un timp, un anumit corp, doza primită poate fi diferită în funcție de lungimea de undă a radiației respective, în sensul că numărul de fotoni opriți, care reacționează cu substanța respectivă, depinde de lungimea de undă a radiației.

Intrucît nu există o relație între doză și cantitatea de iradiere, aceste două noțiuni pot fi considerate ca mărimi de natură diferită. Această afirmație concordă cu faptul că cele două mărimi au procedee de măsurare diferite și cu constatarea că una este o mărime fundamentală, iar cealaltă este o mărime derivată. Această precizare este cu atît mai necesară cu cît se mai face încă prin unele cărți, confuzia între doză și cantitatea de iradiere.

Dacă s-ar cunoaște legătura între doză și cantitatea de iradiere, doza ar deveni o mărime derivată. Acest lucru s-a încercat în radiologie, dar vom vedea mai jos, că a fost mai comod să se introducă o altă mărime : *doza absorbită*. Cu timpul s-ar putea să se renunțe în radiologie la folosirea dozei în favoarea dozei absorbite.

Unitatea de doză. Doza se măsoară, conform definiției acestei mărimi, cu o unitate fundamentală : röntgenul, a cărei definiție este :

Röntgenul este doza de radiație Röntgen sau γ, a cărei emisie corpusculară asociată produce, în 0,001293 grame de aer, ioni purtînd sarcina electrică de un franklin [2]) *de fiecare semn* [3]).

Cîteva precizări sînt necesare. Emisia corpusculară asociată cuprinde fotoelectroni, electroni de recul (prin efect Compton) și perechi pozitron-electron, care apar în prima parte a mecanismului procesului de ionizare. Valoarea de 0,001293 grame reprezintă masa unui centimetru cub de aer atmosferic uscat, la 0°C și 760 torri.

---

[1]) Dependența acestui coeficient de proporționalitate de natura corpului absorbant, de care se vorbește în unele cărți, nu interesează în cazul dozei, deoarece această mărime este definită în funcție de ionizarea în aer. Această dependență va fi luată în considerare la analiza celeilalte mărimi : doza absorbită.

[2]) Franklinul este denumirea propusă pentru unitatea CGSε_0 a sarcinei electrice (simbol Fr).

[3]) Definiția röntgenului, dată în standardul 2446-51 este : *Doza* (cantitatea) de raze Röntgen care produce într-un centimetru cub de aer, în stare normală fizică (folosind toți electronii secundari și eliminînd acțiunea părților camerei de ionizare) o ionizare, astfel încît cantitatea ionilor de fiecare semn, măsurată la curent de saturație, este de o unitate electrostatică CGS.

Dîndu-se sarcina totală se dă numărul de ioni care se produc. In adevăr, sarcina elementară fiind $e = 4{,}8 \cdot 10^{-10}$ Fr, rezultă că un röntgen formează

$$\frac{1}{4{,}8 \cdot 10^{-10}} = 2{,}08.10^{9} \textit{ perechi de ioni în 1 cm}^3 \textit{ de aer}$$

sau

$$\frac{2{,}08.10^{9}}{0{,}001293} = 1{,}61 \cdot 10^{12} \textit{ perechi de ioni într-un gram de aer.}$$

Conform definiției, röntgenul este unitatea unei mărimi fundamentale, *doza*, și nu a cantității de iradiere. Această precizare este foarte necesară, deoarece în unele cărți röntgenul este definit greșit ca fiind o cantitate de radiație care produce o anumită ionizare. Deoarece röntgenul este o unitate fundamentală, nu se poate deduce vreo relație între această unitate și celelelalte unități fundamentale sau derivate ale acestora (de exemplu : joule pe metru pătrat sau erg pe centimetru pătrat, care sînt unitățile MKS și CGS ale cantității de radiație sau iradiere). Se pot însă stabili unități derivate din röntgen, așa cum se va vedea mai jos.

Incă din deceniul trecut au început să se facă în laboratoare măsurări pentru determinarea energiei medii necesare pentru producerea unei perechi de ioni (un electron și un ion pozitiv), în aer sau în alte gaze. Cu ajutorul acestei mărimi și al numărului de ioni formați se poate calcula energia totală absorbită de mediul gazos respectiv.

Determinările au arătat că pentru formarea unei perechi de ioni *în aer* este nevoie, în medie, de o energie de 32,5 *eV*. (electroni-volți). Aceasta înseamnă că un röntgen (de radiație Röntgen sau radiație γ) disipează, într-un centimetru cub de aer, energia

$$32{,}5 \frac{eV}{e} \times 2{,}08.10^{9} \frac{e}{cm^3} = 6{,}76 \cdot 10^{10} \frac{eV}{cm^3} = 0{,}108 \frac{erg}{cm^3}$$

sau, într-un gram de aer,

$$32{,}5 \frac{eV}{e} \times 1{,}61 \cdot 10^{12} \frac{e}{g} = 5{,}23 \cdot 10^{13} \frac{eV}{g} = 83{,}7 \frac{erg}{g}$$

deoarece $1\ eV = 1{,}6 \cdot 10^{12}$ *erg*.

S-a căutat să se măsoare energia disipată de un röntgen în diferitele țesuturi ale corpului omenesc. Aceasta avea mare importanță pentru stabilirea corelației între doza de radiație și efectele biologice. Extinderea măsurărilor de energie absorbită la țesuturi a ridicat însă problema absorbției radiației în țesut, asupra căreia va trebui să ne oprim puțin.

Mecanismul procesului de ionizare în țesut este asemănător cu acela în aer. Interacțiunea fotonilor cu atomii țesutului produce fotoelectroni, electroni de recul și perechi pozitron-electron. Aceste particule electrice produc, la rîndul lor, ioni ; numărul total de ioni sau sarcina lor electrică poate fi o măsură a unei mărimi să-i zicem, *doza în țesut* (doză echivalentă).

Din nefericire, măsurarea ionizării în țesut este extrem de grea din cauza restricției în mișcarea ionilor rezultînd din îngrămădirea substanței în țesut. Pentru aceasta, se folosește o metodă indirectă pentru evaluarea ionizării în țesut.

Absorbția radiației în țesut poate fi considerată, presupunînd că acolo este o mică cavitate plină de aer, într-un mediu solid sau lichid asemenea țesutului. Dacă dimensiunile acestei cavități sînt mici în comparație cu parcursul în aer al particulelor care iau naștere în țesut, particulele ionizate traversînd cavitatea pierd numai o porțiune neglijabilă din energia lor producînd ioni în aer. In acest caz, aceste particule vor produce în țesutul care înconjoară cavitatea aceiași ionizare pe care ar produce-o dacă cavitatea nu ar exista. In cavitatea de aer se măsoară o ionizare care este proporțională cu aceea din țesut și care conduce la calculul unei mărimi numită *doza în țesut* sau *doza echivalentă*.

Ca unitate pentru această nouă mărime s-a ales *röntgenul echivalent* cu următoarea definiție :

Röntgenul echivalent este *doza echivalentă, de radiație Röntgen sau γ, care produce în 0,001293 grame de aer, ioni purtînd sarcina totală de un franklin de un singur semn, dacă dimensiunile volumului de aer în punctul considerat este mic față de parcursul în aer al particulelor electrice produse în țesut.*

Astăzi această unitate nu se mai folosește, dar prezintă oarecare importanță deoarece cu ajutorul röntgenului echivalent s-au format alte două unități (röntgenul echivalent fizic și röntgenul echivalent omenesc) care vor fi întîlnite în cele ce urmează.

Deoarece țesutul are un coeficient de absorbție mai mare decît aerul, energia disipată de un röntgen într-un gram de țesut este mai mare decît energia disipată de un röntgen într-un gram de aer (83,7 ergi pe gram). Măsurările au arătat diferențe mari între valorile energiei absorbite în diferite țesuturi, pentru diferite radiații Röntgen. Tabela 1 indică valorile energiei disipate, în ergi pe gram de țesut, de un röntgen, în cîteva țesuturi ale corpului omenesc, în cazul a trei radiații Röntgen (caracterizate prin tensiunea de vîrf aplicată între electrozi, în kilovolți).

Tabela 1

Tensiunea de vîrf / Țesutul	12 kV	124 kV	835 kV
Grăsime	42	84	89
Mușchi	87	94	95
Os	883	245	157

Ținînd seamă de valorile energiei disipate de un röntgen, s-au făcut încercări de a se defini röntgenul fie prin energia disipată într-un gram de aer, fie prin energia disipată într-un gram de țesut. In multe cărți (unele mai circulă astăzi) se definește röntgenul prin energia disipată într-un *țesut mediu* (93 ergi pe gram de țesut mediu). Din tabela 1 se vede că această aproximație este bună doar pentru țesuturile superficiale (țesuturile moi) și în cazul energiilor mari; pentru energii mici ea nu este deloc corectă.

In alte cărți s-a încercat să se definească röntgenul prin valoarea 83 ergi pe gram de aer a energiei absorbite în aer. In acest caz ar fi trebuit să se deducă valoarea energiei disipate în țesut din valoarea energiei disipate în aer. Comisia internațională de unități radiologice a stabilit că încă nu este posibil să se cunoască suficient de exact energia absorbită de un gram de aer.

In concluzie rezultă că nu se poate defini röntgenul în funcție de energia disipată în mediul absorbant (aer sau țesut). Cercetările asupra energiei absorbite de către țesut au condus însă la stabilirea unei alte mărimi și deci a unor alte unități.

Doza-debit. In radiologie este nevoie să se cunoască și debitul de doză (denumit pe scurt doza-debit), adică raportul între doza D primită de un mediu absorbant și timpul de iradiere t

$$D_b \equiv \frac{D}{t}$$

Conform definiției dozei, doza-debit reprezintă numărul de perechi de ioni din unitatea de volum, produși de către o radiație Röntgen sau γ, în unitatea de timp. Această nouă mărime este foarte importantă din punctul de vedere al evaluării efectului biologic. In adevăr, aceiași doză produce efecte biologice diferite în funcție de timpul de iradiere, Deci efectul biologic depinde de doza debit.

Doza fiind mărimea fundamentală, dimensiunile dozei-debit sînt

$$[D_b] = DT^{-1}$$

Unitatea dozei debit este *röntgenul pe secundă* (simbol R/s).

Röntgenul pe secundă este doza debit care produce, în 0,001293 grame de aer, ioni cu sarcina electrică de un franklin în timp de o secundă.

In practică se mai folosesc și röntgenul pe minut (simbol R/min), röntgenul pe oră (simbol R/h) și röntgenul pe zi (simbol R/d).

Doza integrală. Din punct de vedere terapeutic este mai importantă o altă mărime numită *doză-integrală* sau *doză-volum*. Deoarece unei anumite doze îi corespunde o anumită cantitate de energie absorbită în unitatea de masă, este esențial în terapeutică să se cunoască cantitatea totală de energie absorbită de organismul omenesc la un anumit tratament.

Aceasta, pentru motivul că o anumită doză produce efecte diferite dacă se absoarbe în diferite mase de țesut. Se subînțelege că se lucrează cu aceiași doză debit, adică iradierea se face în același timp.

Se definește astfel doza integrală Δ_i ca produsul între doza D și masa m de țesut iradiat

$$\Delta_i \equiv D \cdot m$$

Dimensiunile acestei mărimi vor fi

$$[\Delta_i] = DM$$

Unitatea cu care se măsoară doza integrală este *gram-röntgenul* (simbol g.R.) sau kilogram-röntgenul (simbol kg.R).

Kilogram-röntgenul este doza integrală primită de un kilogram de țesut care absoarbe uniform doza de un röntgen.

Mărimi și unități caracteristice radiațiilor corpusculare. In radiologie s-a pus și problema măsurării radiațiilor corpusculare adică a fasciculelor constituite din particule materiale (electroni, protoni, neutroni, deuteroni, helioni, etc.). Este vorba de măsurarea acelei mărimi de care depind, cît mai proporțional, efectele biologice respective.

La început s-a încercat să se extindă la aceste radiații doza, măsurată în röntgeni. Această tendință este legată de încercările deja menționate de a exprima röntgenul în funcție de cantitatea de energie absorbită. Principial, nu se putea extinde la radiațiile corpusculare, doza măsurată în röntgeni, deoarece această mărime este măsurată numai prin ionizare. Ori s-a constatat că în cazul fasciculelor de particule materiale, efectele biologice nu depind numai de procesele de ionizare ci și de alte fenomene de interacțiune ale acestora cu materia. Astfel particulele rapide pot provoca transmutații de nuclee, care la rîndul lor conduc la efecte biologice. De exemplu, neutronii, care nu ionizează direct, pot crea, prin reacțiile nucleare (n, α) (n, p), etc, nuclei β-radioactivi, pe lîngă particulele α și protonii expulzați. Prin aceste transmutații nucleare se schimbă natura atomilor din celulele organismului, ceea ce duce la efecte biologice vătămătoare.

In această situație pentru măsurarea radiațiilor corpusculare trebuia definită o altă mărime.

S-a ales calea faptelor experimentale, pornindu-se dela două observaţii.

a. Energia transferată substanţei este comunicată atît prin efecte de ionizare cît şi prin alte efecte de interacţiune cu materia.

b. Efectele biologice depind numai de valoarea energiei absorbite [1]).

S-a prevăzut încă de la început că această nouă mărime caracteristică se va putea aplica şi razelor Röntgen şi γ. Consecinţa importantă a acestor ipoteze este posibilitatea de înlocuire a dozei, ca mărime fundamentală (ceea ce necesită un etalon special pentru unitatea respectivă), cu o mărime derivată de natură energetică. Unitatea acestei mărimi va fi o unitate derivată, definită în funcţie de energie.

Astfel, pe baza energiei absorbite în materialul iradiat, s-a definit o mărime nouă: *doza absorbită.*

Doza absorbită este cantitatea de energie transferată unităţii de masă a materialului iradiat, în locul care interesează, de către particulele ionizante.

De la început trebuie accentuat faptul că doza absorbită este proporţională cu cantitatea de iradiere corpusculară şi nu cu intensitatea de radiaţie corpusculară. Doza absorbită reprezintă numai o parte din energia radiaţiei corpusculare incidente, cealaltă parte fiind energia care străbate substanţa fără să provoace acolo procese de ionizare, reacţii nucleare sau alte fenomene care conduc la efecte biologice.

Relaţia între doza absorbită D_a şi cantitatea de iradiere corpusculară Q se poate scrie sub forma:

$$D_a = \frac{k}{\rho} Q$$

unde k este un coeficient de absorbţie care depinde de natura materialului absorbant, de natura radiaţiei corpusculare şi de energia particulelor (ceea ce determină procesele de interacţiune ale particulelor cu materia), iar ρ este densitatea materialului absorbant.

Din definiţia dozei absorbite reiese deosebirea dintre această mărime şi doză. Doza se măsoară direct prin ionizarea produsă, pe cînd doza absorbită reprezintă energia absorbită. Cu alte cuvinte, doza este o mărime fundamentală, iar doza absorbită este o mărime derivată, definită prin intermediul unei anumite energii. Prin urmare, cele două mărimi, doza şi doza absorbită sînt mărimi de natură diferită. Acest lucru reiese şi din faptul că procedeele lor de măsurare sînt diferite după cum se va vedea mai jos.

Pentru măsurarea dozei absorbite se recurge la metodele de măsurare a ionizării. Mărimea care trebuie măsurată este ionizarea specifică J_m (numărul de perechi de ioni formaţi în unitate de masă), produsă într-un gaz de către acelaşi fascicol de radiaţie corpusculară care există în materialul considerat.

Cu notaţia folosită în standardele internaţionale, energia E_m, transferată unităţii de masă a materialului, depinde de ionizarea specifică J_m a gazului, conform relaţiei:

$$E_m = W \cdot s \cdot J_m$$

unde W este energia medie cheltuită de particulele ionizante pentru a forma o pereche de ioni în gaz, iar s este puterea de oprire specifică (pe unitate de masă) relativă a materialului faţă de gaz pentru particulele ionizante asociate radiaţiei incidente.

Unitatea de doză absorbită. Pentru măsurarea dozei absorbite se foloseşte o unitate derivată din unităţile energetice dar cu o denumire nouă. Unitatea dozei absorbite a căpătat denumirea *rad* (simbol rad) [2]).

Radul este doza absorbită a unei radiaţii corpusculare cînd un gram din materialul iradiat absoarbe energia de 100 ergi prin intermediul particulelor ionizante. Deci:

$$1\ rad = 100\ \frac{erg}{g}$$

S-a ales valoarea de 100 ergi pe gram ca fiind foarte apropiată de valoarea 93 ergi pe gram disipată de un röntgen, de radiaţie Röntgen sau γ, într-un gram din ţesut.

Deoarece radul este o unitate destul de mare, se foloseşte mai mult miliradul (simbol mrad)

$$1\ mrad = 10^{-3}\ rad.$$

Conform celor discutate mai înainte, rezultă că un rad de radiaţie γ sau un rad de radiaţie β (electroni) produce acelaşi efect biologic.

Efectivitatea biologică relativă a radiaţiilor corpusculare faţă de ţesut. Doza absorbită măsurată în razi nu poate exprima efectul biologic al tuturor radiaţiilor corpusculare. S-a observat, că un rad de diferite radiaţii corpusculare (electroni, protoni, neutroni, helioni, etc.) în condiţii identice nu produce aceleaşi efecte biologice. Cu alte cuvinte, absorbţia a 100 ergi pe gram de ţesut, adică formarea într-un gram de ţesut a unui aproximativ, acelaşi număr de perechi de ioni, de către diferite radiaţii corpusculare, nu conduce la aceleaşi efecte biologice.

Se constată că un *rad* din radiaţiile corpusculare (electroni, neutroni, protoni şi helioni) produce efecte biologice cu atît mai intense

---

[1]) Se va vedea că, pentru anumite radiaţii corpusculare, efectele biologice nu depind numai de valoarea energiei absorbite. Această anomalie va fi rezolvată, mai departe, prin introducerea unei alte mărimi: efectivitatea biologică relativă.

[2]) Această denumire este formată din prima silabă a cuvîntului radiaţie. Este necesar ca cititorul unui text, în care apare această unitate şi unitatea de unghi plan (radianul), să fie atent pentru a înlătura confuzia între cele două unităţi ambele avînd acelaşi simbol.

cu cît puterea de ionizare a radiației corpusculare respective este mai mare [1]).

Pentru caracterizarea acțiunii diferitelor radiații corpusculare s-a introdus în radiologie o mărime nouă : *efectivitatea biologică relativă* [2]). La început, prin anul 1951, această mărime se definea prin raportul ionizărilor produse de cele două radiații, radiația standard și radiația corpusculară, care produc același efect biologic, calitativ și cantitativ. Ca radiație standard se folosea radiația γ emisă de radiu, filtrată prin 0,5 mm platină.

Deoarece doza absorbită să măsoară tot prin ionizare, astăzi se definește efectivitatea biologică relativă prin raportul dozelor absorbite respective.

Efectivitatea biologică relativă η *a unei radiații corpusculare față de țesut este raportul între doza absorbită a radiației standard și doza absorbită a acelei radiații corpusculare care produce același efect biologic, calitativ și cantitativ* (de același fel și în aceeași cantitate) *în țesutul considerat, în aceleași condiții de stare inițială a țesutului.*

In ultimul timp drept *radiație standard* a fost aleasă radiația Röntgen de 200 kV, ușor filtrată, deoarece cea mai mare parte din datele obținute pînă acum asupra efectelor biologice la om se bazează pe acest nivel de energie. Această radiație produce o ionizare medie de 100 perechi de ioni pe micron în apă (apa fiind principalul constituent al țesuturilor moi).

Din definiție se observă că această mărime este fără dimensiuni. Cu privire la semnificația sa, se remarcă că, cu cît η este mai mare, cu atît ionizarea produsă de radiația corpusculară (care produce aceleași efecte biologice) este mai mică. Prin urmare valorile mari ale lui η caracterizează radiațiile nocive.

Măsurarea efectivității biologice relative este dificilă ; pentru acest motiv tabelele care dau valorile acestei mărimi se revizuiesc mereu și nu sînt încă unanim admise. Iată valorile efectivității biologice relative ale cîtorva radiații corpusculare, față de țesutul omenesc folosite astăzi în protecția contra radiațiilor.

Particule β (electroni)	$\eta = 1$
Neutroni termici	$\eta = 5$
Neutroni rapizi (sub 20 MeV)	$\eta = 10$
Neutroni rapizi (peste 20 MeV)	$\eta = 20$
Protoni	$\eta = 10$
Particule α (helioni)	$\eta = 20$

[1]) In cazul neutronilor puterea de ionizare se datorește protonilor și helionilor rezultați din reacțiile nucleare (n, p) (n, α) etc. sau radiației β a radioizotopilor care apar din aceste reacții.

[2]) In literatura engleză această mărime se notează RBE sau *rbe*, dela denumirea respectivă : relativ biologic effectiveness.

Pentru radiația Röntgen și γ, prin definiție, $\eta = 1$; această egalitate este valabilă pînă la energii de 3,0 MeV pînă la care se cunoaște legătura între procesele de ionizare și efectele biologice.

Alte unități ale dozei absorbite. Conform considerațiilor de mai sus rezultă că, pentru a obține același efect biologic, este nevoie de 100 ergi pe gram de radiație β dar numai 10 ergi pe gram de radiație protonică, deoarece efectivitatea η a acestei radiații este egală cu 10. Cu alte cuvinte, din punct de vedere biologic 1 *rad* de radiație electronică este echivalent cu 0,1 *rad* de radiație protonică.

Pentru ușurarea evaluării efectului biologic s-a definit o altă unitate a dozei absorbite, numită *rem* (simbol rem) ; această denumire s-a format din literele inițiale ale cuvintelor denumirii engleze : röntgen echivalent man, care înseamnă röntgen echivalent omenesc [3]). *Remul* se definește în funcție de *rad* astfel

$$1\ rem = \frac{1}{\eta}\ rad$$

sau

$$1\ rem = \frac{100}{\eta}\ \frac{erg}{g}$$

Remul este doza absorbită dintr-o radiație corpusculară care produce în țesutul absorbant aceleași efecte biologice ca doza absorbită de un rad din radiația standard (Röntgen, 200 kV) în aceeași regiune.

Sau, *remul este doza absorbită dintr-o radiație corpusculară, cînd un gram din țesutul iradiat absoarbe energia de* $\frac{100}{\eta}$ *ergi.*

Tabela 2

Radiația		1 rem are :		
		rad	$\frac{erg}{g}$	n*)
Radiația Röntgen și γ (0,1...3,0 MeV)	1	1	100	
Electroni (particule β)	1	1	100	
Neutroni termici	5	0,2	20	
Neutroni rapizi, sub 20 MeV	10	0,1	10	0,05
Neutroni rapizi, peste 20 MeV	20	0,05	5	
Protoni	10	0,1	10	
Helioni (particule α) **)	20	0,05	5	

*) această unitate se definește mai jos.
**) numai pentru dozajul intern.

[3]) Inițial, această unitate, ca și röntgenul echivalent fizic (a se vedea nota de mai jos) s-au definit în funcție de röntgenul echivalent care a fost examinat mai sus. Aici trebuie spus că în industrie și în unele laboratoare se face confuzia că pentru unitățile dozei absorbite, *rad* și *rem*, se folosește denumirea *röntgen*.

Conform acestei definiții valoarea remului în ergi pe gram diferă de la o radiație corpusculară la alta. Cu ajutorul relațiilor de mai sus se poate calcula legătura între rem, rad și erg pe gram; rezultatele acestor calcule sînt date în tabela 2.

Avantajul remului este că permite evluarea efectului biologic total rezultînd din absorbții simultane sau consecutive, de diferite tipuri de radiație (electromagnetică și corpusculară). Dacă dozele absorbite sînt exprimate în unități *rad* este greu să se facă suma lor, dar dacă ele sînt exprimate în unități *rem*, adunarea lor se poate face imediat.

In cazul neutronilor rapizi se folosește și o altă unitate de doză absorbită care se bazează pe măsurările cu camera de ionizare de buzunar. In general această unitate, numită „unitatea *n*", diferă de la un laborator la altul deoarece se folosesc tipuri diferite de instrumente de măsurare. Cele mai multe tratate de radiologie admit astăzi următoarea definiție :

Unitatea n este doza absorbită de neutroni rapizi care, iradiind camera de ionizare de buzunar cu pereți de bachelită „Victoreen" conduce la citirea de un röntgen.

S-a stabilit că o unitate *n* este echivalentă cu 2 rad (în alte cărți se dă valoarea 2...2,5 rad) și corespunde unui flux total de neutroni rapizi de

$$6.10^8 \ \frac{\text{neutroni}}{\text{cm}^2}$$

Notă. **In deceniul trecut nu se făcea distincție între doză și doză absorbită. Extinderea dozei la radiațiile corpusculare a condus la definiția unor unități, care se mai găsesc astăzi prin cărțile de radiologie, și care trebuiese amintite aici.**

S-a vorbit mai sus despre măsurările făcute în radiologie pentru determinarea energiei disipate în aer sau în țesut de doza de un röntgen. Prin aceste măsurări s-a stabilit că un röntgen de radiație γ disipează o energie de 93 ergi într-un gram de țesut mediu. Pe baza acestei valori s-a definit unitatea *rep*, dela denumirea engleză, rontgen equivalent physical (care înseamnă röntgen echivalent fizic).

Röntgenul echivalent fizic (rep) este cantitatea de radiație corpusculară care într-un țesut mediu suferă o absorbție de energie de 93 ergi pe gram prin intermediul particulelor ionizante.

Trebuie spus aici că definițiile acestei unități variau în diferitele cărți după valoarea energiei absorbite : 83...93 ergi pe gram. De cele mai multe ori această unitate este denumită röntgen, ceea ce conduce la confuzii cu totul neplăcute.

Prin cărți se găsesc diferite relații de legătură între unitățile radiologice. Astfel se scrie că pentru radiația γ.

$$1\ R = 1\ rep$$

ceea ce evident, nu este corect. După ce s-a introdus remul, s-a folosit relația de legătură deasemeni pentru radiația γ,

$$1\ rem = 1\ rep$$

și, în fine,

$$1\ rem = 1\ R$$

Aceste relații, incorecte prin faptul că mărimile măsurate cu ele (doza și doza absorbită) sînt mărimi de natură diferită, au cauzat confuzia care se face între aceste unități : pentru toate se folosește denumirea röntgen.

Doza absorbită debit. In mod analog cu doza debit se definește *doza absorbită debit* ca raportul între doza absorbită D_a și timpul de iradiere t

$$d \equiv \frac{D_a}{t}$$

Ca și doza, această mărime prezintă o importanță deosebită în radiologie.

Dimensiunile acestei mărimi

$$[d] = \frac{[D_a]}{[t]} = L^2\ T^{-3}$$

sînt aceleași cu ale puterii specifice (raportul între puterea debitată de o mașină și masa sa). Deoarece doza absorbită și energia specifică sînt mărimi de natură diferită, rezultă că și această pereche de mărimi, doza absorbită debit și puterea specifică sînt mărimi de natură diferită.

Doza absorbită se măsoară cu două specii de unități, după cum este vorba de radiațiile corpusculare cu $\eta = 1$ sau de acelea cu $\eta \neq 1$. Pentru primele se folosește *radul pe secundă*

$$1\ \frac{rad}{s} = 100\ \frac{erg}{g.s.}$$

Radul pe secundă este doza absorbită debit în cazul unei radiații corpusculare, dacă un gram din materialul iradiat absoarbe energia de 100 ergi, prin intermediul particulelor ionizante, în timp de o secundă.

Pentru celelalte radiații corpusculare doza debit se măsoară cu remul pe secundă

$$1\ \frac{rem}{s} = \frac{100}{\eta}\ \frac{erg}{g.s}$$

Remul pe secundă este doza absorbită debit a unei radiații corpusculare, dacă un gram din materialul iradiat absoarbe o energie egală cu $100/\eta$ ergi, prin intermediul particulelor ionizante, în timp de o secundă. Parametrul η este efectivitatea biologică relativă a acelei radiații față de materialul iradiat.

Cu alte cuvinte, remul pe secundă produce în țesutul absorbant aceleași efecte biologice ca doza absorbită debit de un rad pe secundă din radiația standard (radiația Röntgen de 200 kV).

Uneori, se folosește și o unitate necoerentă a acestei mărimi și anume : *șocul pe secundă* (sau pulsul pe secundă) ; se utilizează și submultiplul șocul pe minut (sau pulsul pe minut) [1].

---

[1]) In literatura engleză aceste unități sînt notate, respectiv cps și cpm de la denumirile *count per second* și *count per minute*.

Şocul reprezintă descărcarea electrică dată de un contor Geiger-Muller, sau de o cameră de ionizare, cînd radiaţia corpusculară iradiază aceste instrumente. Pentru ca măsurările dozei absorbite debit în aceste unităţi să fie comparabile între ele, se precizează caracteristicile contorului (de exemplu : aria şi grosimea ferestrei, natura acesteia, etc.) şi condiţiile în care trebuie să se facă măsurarea (de exemplu, contorul trebuie pus în contact cu obiectul care radiază). Ultima condiţie se datoreşte faptului că această unitate se foloseşte pentru măsurarea *contaminării radioactive* a diferitelor materiale.

S-a căutat totuşi să se stabilească o corespondenţă între această unitate şi unităţile curente ale dozei absorbite debit. Se admite astăzi următoarea corespondenţă.

100 şocuri pe minut . . . . . 0,1 $\frac{\text{mrad}}{\text{h}}$

Doza absorvită integrală. In terapuetică este important să se cunoască energia absorbită în toată regiuna iradiată. Aceasta este necesar pentru acelaşi motiv (întîlnit şi la doza integrală) : o anumită doză absorbită produce efecte diferite dacă, în acelaşi timp de iradiere, este absorbită în mase de ţesut diferite.

Se defineşte astfel doza absorbită integrală $\mathfrak{D}$ ca produsul între doza absorbită D_a şi masa m a ţesutului iradiat.

$$\mathfrak{D} \equiv D_a \cdot m$$

Dimensiunile acestei mărimi sînt

$$[\mathfrak{D}] = [D_a] \cdot [m] = L^2\, T^{-2}\, M$$

Unitatea acestei mărimi, obţinută ca produsul celor două unităţi componente, se numeşte *gram-rad*

$$1 \text{ g . rad} = 100 \text{ erg}$$

Gram-radul este doza absorbită integrală primită de un gram de ţesut care absoarbe uniform doza absorbită de un rad.

In practică se foloseşte şi kilogram-radul (simbol kg.rad).

In mod analog pentru radiaţiile corpusculare cu $\eta \neq 1$ se poate folosi gram-remul sau kilogram-remul.

In tabela 3, sînt date mărimile şi unităţile folosite în radiologie, aşa cum reiese din prezentarea făcută mai sus. In rubrica unităţi au fost date numai unităţile principale.

Tabela 3

Mărimea	Simbol	Definiţia	Dimensiuni	Unitate	Relaţia de transformare
Doza	D	—	D	R	—
Doza-debit	D_b	$D_b \equiv \frac{D}{t}$	$D\,T^{-1}$	$\frac{R}{s}$	—
Doza integrală	Δ_i	$\Delta_i \equiv D \cdot m$	$D\,M$	$g \cdot R$	—
Doza absorbită	D_a	$D_a = \frac{k}{\rho} Q$	$L^2\,T^{-2}$	rad rem	$1 \text{ rad} = 100 \frac{\text{erg}}{g}$ $1 \text{ rem} = \frac{100}{\eta} \frac{\text{erg}}{g}$
Doza absorbită debit . . .	d	$d \equiv \frac{D_a}{t}$	$L^2\,T^{-3}$	$\frac{\text{rad}}{s}$ $\frac{\text{rem}}{s}$	$1 \frac{\text{rad}}{s} = 100 \frac{\text{erg}}{g.s}$ $1 \frac{\text{rem}}{s} = \frac{100}{\eta} \frac{\text{erg}}{g.s}$
Doza absorbită integrală	$\mathfrak{D}$	$\mathfrak{D} = D_a m$	$L^2\,T^{-3}\,M$	g.rad g.rem	1 g.rad = 100 erg $1 \text{ g.rem} = \frac{100}{\eta} \text{ erg}$

Erori permanente în măsurarea temperaturii

D. FOCŞENEANU

В настоящей статье исследуются постоянные погрешности вызываемые паразитными обменами тепла между термометрами и средой нетождественной среде с искомой температурой.

Приводится классификация этих погрешностей по характеру тепловых потерь и даются практические примеры с обычными величинами.

Статья заканчивается синоптической обобщающей таблицей.

★

L'article contient une étudé des erreurs permanentes dues aux échanges parasites de chaleur qui se produisent entre les thermomètres et autres milieux que ceux dont la température est recherchée.

On classifie ces erreurs d'après la nature des pertes de chaleur produites, en donnant pour chaque catégorie un exemple pratique, avec valeurs usuelles.

En conclusion, on reproduit un tableau synoptique à caractère résumatif.

In termometrie se consideră, în general, că corpul termometric schimbă căldura cu mediul a cărui temperatură vrem să o măsurăm, pînă capătă şi el aceeaşi temperatură.

Se presupune implicit că el nu schimbă căldură *decît* cu mediul respectiv.

Vom studia unele abateri, întîlnite în practică, de la ipoteza sus amintită arătînd cum decurg de aci erorile de măsură, ordinul lor de mărime şi modul de a le corecta.

Schimbul de căldură se poate face :

— prin conducţie (de la un solid la altul) ;

— prin convecţie (între un fluid şi un solid) şi

— prin radiaţie (între două corpuri oarecare, prin vid sau medii transparente).

In general, eroarea apare în modul următor : să zicem că schimbul de căldură între termometru şi mediu se face pe baza unei legi, ce poate fi exprimată matematic sub forma unei funcţii

$$f_1 = f_1 (t_m, t_t),$$

unde : t_m = temperatura mediului, şi
t_t = temperatura termometrului.

Dacă termometrul mai schimbă căldură şi cu un alt mediu, de temperatură t_p, vom avea o a doua lege :

$$f_2 = f_2 (t_p, t_t).$$

Cantităţile de căldură f_1 şi f_2 trebuie să fie însă *egale*, căci altfel termometrul ar pierde sau cîştiga căldură şi nu ar mai arăta o temperatură constantă. Vom avea aşa dar :

$$f_1(t_m, t_t) = f_2 (t_p, t_t).$$

Din cunoaşterea valorilor t_m, t_p şi a formei funcţiilor f_1 şi f_2, rezultă că putem prevedea valoarea lui t_t şi eroarea $\Delta t = t_m - t_t$.

Clasificarea noastră va fi făcută aşadar pornind de la diferitele moduri de schimb de căldură, deci de la diferitele funcţii f.

Pentru început, să considerăm cazul termometrului [1]) cufundat în întregime în fluidul a cărui temperaură o căutăm. Este cazul, de pildă, al termometrelor de cameră sau al termocuplelor care măsoară temperaturile gazelor în furnale ; schimbul de căldură se face, între gaz şi aparatul de măsură, prin convecţie. Legea schimbului este :

$$Q_1 = S\alpha (t_g - t_t),$$

în care Q = cantitatea de căldură (în Kcal/h) schimbată între gaz şi aparatul de măsură în unitatea de timp ;
S = suprafaţa termometrului (în m²) ;
α = coeficientul de trecere a căldurii prin suprafaţă (în Kcal/m² h°C) ;
t_g = temperatura gazului (în °C), şi
t_t = temperatura termometrului (în °C).

Acesta însă mai schimbă căldură prin radiaţie, gazele fiind transparente, cu pereţii recipientului în care se găseşte gazul, adică cu pereţii camerei sau ai furnalului. Aceşti pereţi însă nu au, decît cu rare excepţii, aceeaşi temperatură cu gazul pe care-l înconjoară, lucru uşor de înţeles, deoarece ei despart tocmai acest gaz de un mediu cu temperatura diferită de a lui. Schimbul de căldură între perete şi termometru este dat de legea :

$$Q_2 = S\, C_0\, \varepsilon \left[\left(\frac{t_t + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_p + 273}{100} \right)^4 \right]$$

în care : Q, S şi t_t au aceeaşi semnificaţie ca mai sus ;
C_0 = constanta lui Ştefan, egală cu 4,96 Kcal/m² h °K⁴ ;

[1]) In tot cursul expunerii vom denumi *termometru* orice aparat servind la măsurarea temperaturii.

ε = coeficientul de absorbție pentru radiație al termometrului, și
t_p = temperatura pereților.

Prin egalarea celor două debite de căldură Q_1 și Q_2 obținem :

$$\alpha (t_g - t_t) = C_0 \varepsilon \left[\left(\frac{t_t + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_p + 273}{100} \right)^4 \right]$$

Necunoscuta este t_t. Această ecuație se rezolvă fie grafic, fie prin încercări succesive. Eroarea $\Delta t = t_g - t_t$ este cu atît mai *mică* cu cît α e mai mare, și cu atît mai *mare* cu cît t_g și t_p sînt mai mari, și cu cît *diferențe* dintre ei e mai mare.

Evident, același lucru se poate spune despre eroarea relativă $\frac{t_g - t_t}{t_g} = \frac{\Delta t}{t}$ %. Să luăm două cazuri practice :

1) Termometru într-o cameră :

$$t_g = 20° \quad t_p = 12° \quad \alpha = 10 \quad \varepsilon = 0{,}8$$

găsim : $t_t = 17{,}5° \quad \Delta t = 2{,}5° \quad \frac{\Delta t}{t} = \frac{2{,}5}{20} = 12{,}5\%$.

2) Termocuplu într-un canal de gaze de ardere :

$$t_g = 400° \quad t_p = 250° \quad \alpha = 40 \quad \varepsilon = 0{,}9$$

găsim : $t_t = 332 \quad \Delta t = 68° \quad \frac{\Delta t}{t} = \frac{68}{400} = 17\%$.

Se vede că, în ambele cazuri, erorile sînt foarte mari. De remarcat că cifrele utilizate nu sînt excepții, ci valori uzuale.

Pentru a micșora erorile, se recomandă să se protejeze aparatul de măsură cu un ecran , de obicei de formă cilindrică, cufundat și el în gazul respectiv. In acest caz, schimbul de căldură parazit se face între termometru și ecran ; cum acesta din urmă are o temperatură mai apropiată de cea a gazului decît pereții (calculul făcut înainte pentru termometru se aplică de data aceasta ecranului), eroarea este micșorată pînă la $1 \div 3\%$.

Să considerăm acum un al doilea caz, foarte frecvent în practică, acela al termometrelor cufundate parțial într-un fluid (de obicei un lichid). In acest caz coeficientul de schimb între lichid și termometru este foarte mare (200÷5000 Kcal/m² h°C). Schimbul de căldură prin radiație cu pereții vasului este negljabil. Avem însă pierderi de căldură parazite datorită faptului că o parte din corpul termometrului e în contact cu aerul exterior.

Pentru ușurința calculului vom asimila termometrul cu o tije cilindrică de sticlă masivă, partea în contact cu aerul avînd o lungime de cel puțin zece diametre ; eroarea astfel calculată va reprezenta o valoare maximă, pierderile reale fiind în general mai mici. In această ipoteză putem scrie schimbul între termometru și lichid :

$$Q_1 = \alpha_l \cdot \pi \cdot d \cdot l (t_m - t_t)$$

în care :

d = diametrul termometrului (în m) ;
l = lungimea din termometru, cufundată în lichid (în m) ;
t_m = temperatura lichidului (în °C) ;
t_t = temperatura termometrului (în °C) ;
α_l = coeficient de schimb între termometru și lichid.

Pierderile de căldură ale termometrului către aerul înconjurător se calculează din expresia :

$$Q_2 = \frac{\pi d^2}{4} \lambda \sqrt{\frac{-4\alpha_a}{\lambda d}} (t_t - t_a)$$

în care :

λ = coeficient de conductibilitate termică a sticlei din care e făcut termometrul (în Kcal/m h°C) ;
α_a = coeficient de schimb între aer și termometru ;
t_a = temperatura aerului.

Se observă că, în ipoteza noastră, pierderile *nu depind de* lungimea părții din termometru care *nu* e cufundată în lichid.

Egalînd, ca și în cazul precedent, cele două fluxuri de căldură și făcînd toate simplificările, obținem :

$$\frac{\sqrt{d\lambda\alpha_a}}{2} (t_t - t_a) = \alpha_l \cdot l \cdot (t_m - t_t)$$

Să luăm, de pildă :

$$d = 1 \text{ cm}, \quad \lambda = 1, \quad \alpha_a = 10, \quad \alpha_l = 300, \quad l = 10 \text{ cm}.$$

Inlocuind, căpătăm :

$$t_m - t_t = \frac{t_m - t_a}{200}$$

Rezultă o eroare relativă de 0,5% ; dacă lucrăm cu uleiuri grele, ce pot atinge temperaturi de 300÷400°, eroarea absolută poate fi de 2—3°.

Precizia mai poate fi mărită prin cufundarea unei porțiuni cît mai lungi din termometru în lichid și prin agitarea acestuia, pentru a activa schimbul de căldură. *Eroarea crește simțitor* dacă, cu același dispozitiv, măsurăm temperatura unui gaz, sau în unele cazuri, a unui lichid în repaos. Ea poate atinge 3+4%, dar aceasta în mod excepțional.

Un caz în care erorile ating, în general valori inadmisibile, este acela al măsurării temperaturilor de suprafață a unor corpuri solide. Aci, egalizarea temperaturilor se face prin conducție. Suprafața de contact este mică și anume cel mult jumătate din acea a întregului termometru. Rezultă că pierderile, prin convecție și radiație, către mediul exterior, sînt foarte mari. Un calcul exact nu se poate face, contactul între suprafața considerată și termometru ne-

făcîndu-se după suprafeţe geometrice, ci după puncte de tangenţă; el este îmbunătăţit prin presiune, dar mărimea suprafeţei de contact nu e bine definită. Prin măsurători indirecte se constată erori variind între 5÷30%.

Imbunătăţiri se obţin mărind suprafaţa de contact prin presiune, izolînd termometrul de mediul exterior şi folosind un ecran de radiaţie. Toate acestea se pot realiza printr-un înveliş unic, de construcţie specială, îndeplinind toate trei funcţiunile; acolo unde distribuţia de temperatură şi materialul o permit, se recomandă introducerea aparatului de măsură într-o cavitate amenajată în corpul a cărui temperatură la suprafaţă o căutăm.

O soluţie complet satisfăcătoare nu a fost încă găsită, erorile menţinîndu-se în jurul a 5%, cu toate precauţiunile ce se pot lua.

O categorie specială o constituie erorile ce intervin în pirometria optică. Aci nu apar pierderi de căldură parazite, ci o *evaluare greşită* a fluxului de căldură emis de corpul a cărui temperatură căutăm s-o aflăm. Intr-adevăr, etalonarea aparatelor de măsură se face pornindu-se de la radiaţia corpului negru; pentru un corp oarecare, fluxul e totdeauna *mai mic* decît cel emis de corpul negru de aceeaşi temperatură cu el, în aceleaşi condiţii. La pirometrele cu radiaţie *parţială* avem tabele de corecţii, în funcţie de natura corpului, de lungimea de undă la care se face măsurătoarea şi de temperatura măsurată; la cele cu radiaţie *totală* trebuie să ne limităm la a măsura temperatura acolo unde putem asimila zona respectivă cu un corp negru. In lipsa acestor precauţiuni, erorile pot atinge şi depăşi 50%. Problema aceasta a mai fost de altfel dezbătută pe larg. (Vezi articolul „Despre corpul negru" din nr. 3/1954 al revistei „Metrologia aplicată"). Respectîndu-le, ele se limitează la 1%.

Remedii constructive nu există, eroarea provenind din însăşi concepţia măsurării temperaturii cu ajutorul fenomenului de radiaţie.

Am vrea să remarcăm că nu am făcut, în cursul articolului, nici o precizare privind *structura* aparatului de măsură. Rezultă că acest studiu lasă deoparte toate cauzele de erori ce provin din modul de măsurare sau indicare al fiecărui tip de termometru (în sensul cel mai larg).

In tabloul de mai jos se pot regăsi, sub formă sinoptică, principalele puncte ale studiului.

Specificul măsurătorii	Natura schimbului princip l de căldură	Natura schimburilor de căldură parazite	Ordinul de mărime al erorilor	Prescripţii pentru micşorarea erorilor	Ord. de mărime al erorilor cînd se aplică prescripţiile
Măsurarea temperaturii în curenţi de gaz ce spală întreg aparatul	Convecţie	Radiaţie	2÷20%	Ecrane de radiaţie	2%
Termometre cufundate parţial în fluid	Convecţie	Convecţie	0,5÷2%	Agitarea fluidului. Imersie pe o porţiune cît mai mare	0,5%
Măsurarea temperaturii suprafeţelor prin contact	Conducţie	Convecţie Radiaţie	15÷30%	Mărirea suprafeţei de contact. Izolare faţă de mediul exterior. Cavităţi în suprafaţă	3÷5%
Măsurarea temperaturii cu pirometre optice	Radiaţie	Radiaţie	50% şi peste	Tabele de corecţie. Condiţii apropiate de cele ale corpului negru	1,5%

Noi aparate de măsurat în industria acidului sulfuric

В статье автор предлагает краткое описание некоторых новых измерительных аппаратов, недавно выпущенных для сернокислотной промышленности.

Приводится схема этих аппаратов новейшей конструкции, применяющихся для измерения реактивов при производстве серной кислоты с применением метода контакта и башень.

★

L'auteur présente en quelques mots certains nouveaux instruments de mesure, récemment introduits dans l'industrie de l'acide sulfurique.

Il donne le schèma des appareils de fabrications moderne servant à la mesure des réactants des deux procédés de fabrication de l'acide sulfurique.

Menţinerea unui regim tehnologic just, adică conducerea exploatării în vederea obţinerii unor indici tehnico-economici superiori, se poate realiza cu ajutorul unor aparate de măsurat bazate pe principii raţionale. Abaterea de la normele tehnologice la un singur aparat, provoacă variaţia parametrilor de producţie la alte aparate precum şi modificarea întregului proces de fabricaţie. In industria acidului sulfuric, nerespectarea temperaturii necesare în cuptoarele de prăjire a piritei, duce la variaţia concentraţiei în SO_2 şi, dacă aceasta nu este reglată înaintea turnului de uscare, creşte temperatura aparatelor de contact. In cele din urmă, bioxidul de sulf nefiind absorbit în întregime, se măresc pierderile de sulf, creşte temperatura cuptorului, ceeace provoacă solicitări inadmisibile ale zidăriei lui şi deranjamente în filtrele electrice uscate.

Mărimile mai importante supuse măsurării, în fabricile de acid sulfuric, trebuie întotdeauna înregistrate, iar măsurarea mărimilor mai puţin importante, cum ar fi tirajele, puterea pompelor, cantitatea de sulf din pirite şi cenuşi, etc, se poate face cu aparate cu simplă indicare. Este drept că aparatele înregistratoare sînt mult mai sensibile dar şi mai scumpe decît cele indicatoare, de aceea, ele trebuie folosite numai în limitele utilităţii practice pe care le prezintă.

Pentru măsurarea tirajului şi debitului, Institutul de cercetări pentru chimie anorganică din Praga a construit o serie de aparate noi pentru măsurări de precizie. Astfel, potenţiometrul automat (compensator) măsoară static f. e. m. a elementului, fără să producă vreo scădere în forţa termoelectrică. Aparatul are o forţă de măsurare mare şi prezintă o siguranţă deosebită în funcţionare. Schema dată în fig. 1 se bazează pe o punte Poggendorf, compensată automat cu ajutorul unui galvanometru de zero sau a unui discriminator electronic de fază. Poziţia galvanometrului de zero, care se stabileşte cu ajutorul unui dispozitiv mecanic, este transmisă apoi unui servomotor puternic de echilibrare, care roteşte po-

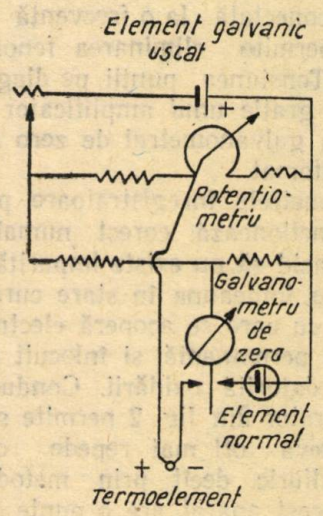


Fig. 1. Schema potenţiometrului automat (compensator) cu punte Poggendorf.

tenţiometrul în poziţia corespunzătoare poziţiei zero a galvanometrului. Rotirea axului potenţiometrului se transmite unui indicator. Se crede că folosirea pe scară largă a potenţiometrelor electronice de compensare va începe curînd în fabricile cehoslovace.

Determinarea concentraţiei acidului sulfuric se efectuează cu aparate a căror funcţionare se bazează pe conductibilitatea electrică. Principiul acestor conductometre constă în măsurări cu

punți tip Wheatstone la care un braț se conectează la electrodul de măsurat din sticlă, cu contacte din platină. Conductometrul are un dispozitiv pentru compensarea automată a variațiilor de temperatură ale acidului. La aparatele de tipul cu deviere, compensația termică se obține în prima aproximație și numai într-un interval termic destul de îngust (20—30°), deoarece variația conductibilității electrice a acidului sulfuric în funcție de temperatură nu are un caracter linear, iar tensiunea de pe diagonală este o funcție complexă a rezistenței electrodului. Tipul cel mai răspîndit este conductometrul înregistrator automat Lewerkussen cu un tip de punte necompensat. La aparatul Woesthoff, redresorul tensiunii de pe diagonală este înlăturat, utilizîndu-se în schimb un dispozitiv de înregistrare adecvat pentru curent alternativ. La aparatul Kent pentru măsurarea concentrației acidului sulfuric, compensarea temperaturii se face cu ajutorul unui termometru cu rezistență, cu domeniu mare de temperaturi. Indicațiile acestui aparat sînt cu totul independente de variația tensiunii de rețea, fapt foarte important pentru industria acidului sulfuric.

Tot la Institutul menționat mai sus s-a construit un aparat de măsurat care poate fi utilizat împreună cu un potențiometru automat de tip mecanic. La acest aparat puntea de măsură este conectată la o frecvență mai înaltă, fapt care permite eliminarea fenomenelor de polarizare. Tensiunea punții pe diagonală este amplificată grație unui amplificator electronic și adusă la galvanometrul de zero al potențiometrului automat.

Conductometrele înregistratoare pentru acid sulfuric funcționează corect numai cu condiția ca în acid să nu existe impurități, iar electrozii să fie totdeauna în stare curată. Negrul de platină, cu care se acoperă electrozii, trebue controlat în permanență și înlocuit atunci cînd a dispărut datorită oxidării. Conductorul special de laborator din fig. 2 permite să se determine de cîteva ori mai repede concentrația acidului sulfuric decît prin metodele chimice obișnuite. Acest aparat are o punte de măsurat, cu compensare manuală. Potențiometrul de compensare este etalonat direct în procente de bioxid de sulf liber, iar indicatorul de zero este un ochi magic. Puntea este alimentată cu frecvență înaltă dela un oscilator electronic. Construcția electrodului arătată în fig. 2 este foarte interesantă, deoarece din cauza pierderilor de SO_3 din acidul sulfuric, măsurarea conductometrică devine dificilă cu alte aparate. Vasul electrodului se leagă la o trompă de apă, iar tubul superior se astupă cu degetul, astfel că proba este aspirată în spațiul de măsurare. Acest aparat este folosit la controlul exploatării în laborator, domeniu în care el este acum indispensabil.

În fabricile din Republica Cehoslovacă se folosesc și acum pentru măsurarea concentrației acidului sulfuric, densimetre, atunci cînd se cere o precizie redusă. Există însă și densimetre a căror precizie atinge pe aceea a conductometrului,

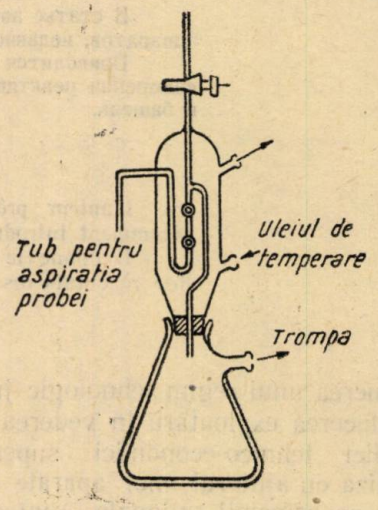


Fig. 2. Conductometrul de laborator cu punte cu compensare manuală Vasul electrodului.

dar ele sînt scumpe și reclamă o întreținere complicată. Cel mai modern este densimetrul Visomat, a cărui utilizare este indicată la măsurarea acidului conținînd vapori nitroși. Acest aparat construit în R. D. Germană înregistrează activitatea filtrelor electrice umede, filtre care se încearcă prin controlul optic al transparenței gazului. Prin stratul gazos trece o rază de lumină care cade pe o celulă fotoelectrică. Curentul celulei variază în funcție de mărimea extincției. Atmosfera foarte corosivă din fabricile de acid sulfuric a impus construcția unui aparat potrivit cu condițiile de lucru respective. Prototipul construit, lucrînd cu o celulă cu vid, funcționează în prezent în uzinele chimice din Povazska. Curentul celulei este amplificat de un amplificator electronic de curent continuu, compensat, avînd o bună stabilitate la zero și care este alimentat — ca și lampa reflectorului — de la același stabilizator. Ambele sînt amplasate într-un cilindru cu pereții groși și etanși, situat în canalele de gaze de la prăjirea piritei.

Pe baza experienței obținute, se poate afirma că tehnica de măsurare din fabricile de acid sulfuric din R. Cehoslovacă este pe cale de îmbunătățire datorită noilor aparate de măsurat arătate și în curs de proectare.

Cum trebuie să sprijine serviciile regionale de verificări şi măsuri reţeaua de supraveghere internă a întreprinderilor

D. MANOIL

В статье обсуждается вопрос сотудничества звеньев Главуправления Метрологии с метрологическими звеньями министерств для укрепления сети внутренних метрологических наблюдений на предприятиях. Разбираются главным образом вопросы касающиеся внешних органов службы. Приводятся отдельные преимущества тесного сотрудничества государственных контролеров с ответственными лицами предприятий по метрологии и выявляется возможность разумного управления метрологической аппаратурой всей страны, которого можно добиться правильной организацией работы.

★

L'auteur examine le problème de la collaboration des organes de la Direction Générale de Métrologie avec ceux des ministères, en ce qui concerne l'organisation et le développement du contrôle métrologique interne dans les entreprises. On envisage surtout les aspets concernant les services régionaux de vérifications et mesures.

L'auteur met en relief les avantages d'une étroite collaboration entre les vérificateurs d'état et les responsables métrologues des entreprises, et notammant la possibilité de diriger d'une manière judicieuse et sur toute l'étandue du pays la répartition de l'outillage métrologique.

Potrivit legislaţiei metrologice în vigoare, există în R.P.R. două corpuri de metrologi de natură diferită, dar a căror activitate se suprapune în oarecare măsură şi tinde către acelaşi scop : asigurarea unităţii de măsură în toate ramurile de activitate socială. Aceste două corpuri sînt verificatorii metrologi de stat, salariaţi ai Direcţiei Generale de Metrologie şi corpul responsabililor metrologi din cadrul ministerelor şi întreprinderilor. Este deci de la sine înţeles că între aceste două corpuri de tehnicieni avînd acelaşi obiect de activitate, trebuie să existe o strînsă legătură de colaborare. Mai bine spus, Direcţia Generală de Metrologie, ca organ cu experienţă mai vastă şi tehnicieni mai calificaţi, trebuie să sprijine necontenit reţeaua de supraveghere internă a întreprinderilor şi ministerelor pentru a o aduce la nivelul corespunzător tehnicii înaintate ce se introduce treptat astăzi în industria noastră.

Problema colaborării şi sprijinului pe care trebuie să-l dea organele Direcţiei Generale de Metrologie reţelei de supraveghere internă se pune atît pentru centrală cît şi, mai ales, pentru serviciile regionale de verificări de măsuri, care trebuie să aibă un rol hotărîtor în dezvoltarea metrologică internă a întreprinderilor de pe raza lor de activitate.

Căile pe care se poate concretiza colaborarea dintre serviciile regionale V. M. şi responsabilii metrologi ai întreprinderilor şi instituţiilor sînt multiple, de aceea se impune o sistematizare a lor. Articolul de faţă se adresează atît responsabililor metrologi din întreprinderi, cît şi corpului de verificatori, primul organ pe care se bizuie Direcţia Generală de Metrologie în acţiunea sa de sprijinire a dezvoltării reţelei de supraveghere metrologică internă în întreprinderi.

Ce trebuie să facă un verificator de stat pentru a-şi îndeplini sarcinile în această privinţă ?

In primul rînd trebuie să se convingă personal prin vizite făcute pe teren, de activitatea responsabililor metrologi ai întreprinderilor sau instituţiilor mai importante aflate în raza sa de activitate, incluzînd bineînţeles şi pe aceea a responsabilului metrolog al sfatului popular regional (raional). Trebuie să se convingă personal şi pe locul de producţie că aceşti responsabili metrologi îşi cunosc sarcinile, cunosc legile şi dispoziţiile metrologice şi activează în conformitate cu ele. Acolo unde găseşte neînţelegere sau lipsă de ordine, trebue să ducă muncă de

lămurire cu conducerile întreprinderilor sau cu responsabilii metrologi, după caz, pentru ca lucrurile să intre în legalitate.

De pe teren se semnalează că majoritatea responsabililor metrologi mai au şi alte sarcini, din care cauză nu-şi pot duce munca în bune condiţii. In unele întreprinderi, responsabilii metrologi au fost încadraţi pe posturi mai mici, iar în posturile de responsabili metrologi au fost încadraţi tovarăşi care duc altă muncă; astfel de pildă, la o întreprindere din Regiunea Autonomă Maghiară, responsabilul metrolog era încadrat pe postul de dactilografă, iar pe postul lui era încadrat un tovarăş care nu avea nimic comun cu metrologia.

Aceste fapte constituie grave abateri de la disciplina şi legile metrologice şi dovedesc că mai există conducători de întreprinderi care nu sînt încă lămuriţi asupra rostului şi importanţei metrologiei. Iată deci o primă sarcină a verificatorului de stat: să lămurească peste tot conducerile întreprinderilor şi instituţiilor, să le arate cu exemple concrete rostul şi importanţa metrologiei, şi mai ales urmările grave la care poate duce o proastă folosire şi întreţinere a aparatajului de măsurat, astfel încît prin această acţiune să se imprime o grijă conştientă pentru tot ce este măsură şi aparat de măsurat.

Din cercetările făcute în întreprinderi, verificatorul de stat îşi poate da seama dacă responsabilii metrologi corespund sau nu, profesional, atribuţiilor pe care le au. Ei au datoria să le dea sfaturi tehnice acolo unde este nevoie, astfel încît să nu fie simple organe de control, ci adevăraţi îndrumători — aşi spune chiar consilieri tehnici — ai responsabililor metrologi din întreprinderi. Dacă este cazul, cu ocazia inspecţiilor, pot face chiar scurte instructaje pe locul de producţie, arătînd cum trebuie folosit şi păstrat aparatajul de măsurat, difuzînd şi popularizînd instrucţiunile de verificare elaborate de Institutul de cercetări metrologice. Procesele verbale sau foile de constatare pe care le încheie verificatorii de stat în urma inspecţiilor din întreprinderi nu trebuie să fie simple încheieri constatatoare de abateri sau nereguli, ci trebuie neapărat să conţină îndrumările şi lămuririle necesare întreprinderilor pentru a putea lua măsuri de îndreptare. Iată deci, pe scurt, o a doua sarcină foarte importantă a verificatorilor de stat: aceea de îndrumători tehnici în domeniul metrologic pentru toţi responsabilii metrologi şi chiar pentru conducerile întreprinderilor de pe raza lor de activitate.

Conform legislaţiei metrologice, întreprinderile şi instituţiile care posedă aparate de măsurat trebuie să le declare anual serviciilor regionale V. M. respective. Acestea înscriu datele comunicate în fişele de întreprinderi şi pe baza lor îşi întocmesc planul de verificări pe anul viitor, planificînd întreprinderile la verificare conform specificului fiecăreia. Dar rostul acestor declaraţii nu se opreşte numai la întocmirea planului de verificări, ci este mult mai complex. Pe baza declaraţiilor primite de la întreprinderi, serviciile regionale trebuie să întocmească centralizatoare, pe domenii de măsurare şi ministere tutelare, ţinînd astfel o evidenţă a tuturor aparatelor de măsurat aflate în regiunea respectivă. Aceste statistici vor da posibilitatea să se examineze repartiţia aparatelor de măsurat pe fiecare regiune în parte, pe fiecare ramură de producţie şi pe fiecare minister. In felul acesta, Direcţia Generală de Metrologie va fi în măsură să poată face propuneri pentru dirijarea pe întreaga ţară a aparatelor de măsurat, astfel încît să se poată asigura o judicioasă repartiţie a acestora în funcţie de nevoile reale ale producţiei, evitîndu-se stocajele nejustificate pe care le fac unele întreprinderi şi putîndu-se acoperi —cu resursele existente — golurile din alte sectoare de producţie. Această sarcină de coordonare a dotării cu aparate de măsurat este de mare însemnătate pentru Direcţia Generală de Metrologie şi de aceea se insistă atît de mult şi asupra corectitudinii riguroase cu care trebuie întocmite situaţiile centralizatoare de măsuri şi aparate de măsurat existente pe teritoriul R.P.R.

Un alt aspect al controlului metrologic pe care trebuie să-l execute verificatorii de stat pe teren este urmărirea activităţii atelierelor de reparaţii de aparataj metrologic şi a laboratoarelor de verificări interne înfiinţate de întreprinderi.

Pe lîngă latura pur tehnică pe care trebuie să o aibă în vedere, cum ar fi calificarea personalului, condiţiile de lucru, utilajul de execuţie şi control etc., verificatorii de stat trebuie să privească problema atelierelor de reparaţii şi a laboratoarelor de verificări interne şi din alt punct de vedere şi anume cel organizatoric. In funcţie de situaţia repartiţiei utilajului metrologic între diversele întreprinderi din regiunea respectivă, trebuie să-şi poată da seama, pe domenii de măsurare şi ramuri de producţie, ce anume ateliere de reparat şi laboratoare de verificări interne sînt mai necesare în regiune şi care sînt întreprinderile cele mai indicate pentru a le înfiinţa, astfel încît aceste ateliere şi laboratoare să nu fie o povară pentru întreprinderea respectivă, ci, dimpotrivă, o sursă de venituri, iar pentru întreaga regiune ele să reprezinte o sursă de economii judicios organizate. Tot serviciile regionale sînt organele care trebuie să coordoneze folosirea în comun de către mai multe întreprinderi aparţinînd unor ministere diferite, a atelierelor de reparat aparataj de măsurat şi a laboratoarelor de verificări interne şi în orice caz, trebuie să fie în măsură să facă sugestii în acest sens, ori de cîte ori li se va cere.

Iată deci, schiţată sumar, o altă latură a sarcinilor care revin verificatorilor de stat în legă-

tură cu sprijinirea rețelei de supraveghere internă.

In sfîrșit, o ultimă activitate a verificatorilor de stat în legătură cu organele de supraveghere internă este controlul verificărilor pe care le execută rețeaua metrologică a întreprinderilor. Acest control poate fi executat la date planificate, cu ocazia verificărilor de stat, sau inopinat.

Care este rostul acestui control și care este, în definitiv, rostul insistenței pe care o depune Direcția Generală de Metrologie în legătură cu întreaga activitate privitoare la organizarea în cît mai bune condiții a rețelei metrologice interne a întreprinderilor și instituțiilor? Răspunsul este simplu: crearea unor organe bine pregătite tehnic și bine organizate, care să devină un factor activ în asigurarea justei transmiteri a unității de măsură, precum și a supravegherii continue a măsurilor și aparatelor de măsurat ce se folosesc în diferitele sectoare de activitate socială și astfel să fie colaboratoare prețioase ale Direcției Generale de Metrologie. Dar mai există și un alt scop, este adevărat, mai îndepărtat.

Numărul măsurilor și aparatelor de măsurat din țara noastră crește necontenit. Dacă nu ar fi să socotim decît producția de greutăți a celor 3—4 fabrici mai importante, producția de aparate de cîntărit a uzinelor „Balanța" Sibiu, a manometrelor de la „I.C.A.R." București, a vaselor gradate de laborator de la „Vitrometan" Mediaș, a termometrelor de la „Eprubeta" București și a aparatelor electrice de la „Electromagnetica" București, și totuși trebuie să constatăm că numărul de aparate de măsurat noi fabricate și puse pe piață anual depășește 1.000.000. Este adevărat că între timp o parte din aparatajul uzat și degradat este scos din exploatare și dat la rebut, dar aceasta nu împiedică totuși ca numărul de noi aparate de măsurat intrate anual în circuitul economic să crească vertiginos. Toate aceste aparate puse pe piață anual trebuie verificate inițial și periodic de stat. In ritmul în care crește însă parcul de aprate de măsurat de la noi din țară, este clar că în scurt timp Direcția Generală de Metrologie nu va mai fi în măsură să asigure satisfacerea tuturor cererilor de verificare. Pe de altă parte, ca să poată totuși satisface — cu forțe proprii — toate cererile de verificare, ar trebui ca personalul Direcției Generale de Metrologie să se dubleze în cîțiva ani, apoi să se tripleze și așa mai departe, lucru care iarăși nu este posibil și nici recomandabil. Soluția problemei stă în rețeaua de supraveghere internă. Pe măsură ce aceasta va fi mai bine organizată, Direcția Generală de Metrologie va putea renunța la unele verificări de stat, pe care le vor putea prelua laboratoarele de verificări interne existente pe lîngă unele întreprinderi și instituții. Această cedare se va face treptat, pe regiuni și domenii de măsurare, și bineînțeles că odată cu cedarea dreptului de a executa verificări de stat într-un anumit domeniu, Direcția Generală de Metrologie va ceda laboratorului respectiv și dreptul de a încasa taxele de verificare aferente, conform tarifului legal.

Iată deci și interesul pe care îl au ministerele și întreprinderile de a avea o rețea de supraveghere metrologică internă bine organizată și laboratoare de verificări interne cît mai bine încadrate și utilate.

Ce vor face laboratoarele Direcției de verificări măsuri. In primul rînd vor controla prin sondaj ca verificările executate de laboratoarele întreprinderilor să respecte cu rigurozitate condițiile unor verificări de înaltă precizie metrologică, iar în al doilea rînd își vor îndrepta activitatea de verificare către domenii noi, neatacate încă și absolut necesare unei metrologii avansate: viteză, timp, capacități electrice, frecvență etc.

Din cele de mai sus se poate vedea că în fiecare responsabil metrolog de întreprindere există — în devenire — un verificator de stat. Acesta trebuie să cunoască și diversitatea aspectelor muncii de verificator de stat, pentru a sprijini mai activ serviciile regionale, și trebuie să se instruiască temeinic în problemele tehnice cu privire la verificările de stat. Este de la sine înțeles că cele cîteva rînduri de mai sus nu au altă pretenție decît să indice sumar cîteva obiective pe care le urmărește Direcția Generală de Metrologie în legătură cu problema supravegherii metrologice interne în întreprinderi. Ele au fost însă scrise în scopul de a atrage atenția atît corpului de verificatori de stat, cît și responsabililor metrologi din întreprinderi, asupra perspectivelor de dezvoltare ale metrologiei și în special pentru a arăta clar acestor două corpuri de metrologi, că cheia realizării cu succes a sarcinilor care le revin, stă în strînsa lor colaborare.

Comutator — inversor pentru două circuite

Una dintre sarcinile de bază care revin în acest an laboratorului de termometrie al Institutului de cercetări metrologice este efectuarea măsurărilor pentru determinarea punctelor fixe care formează scara internațională de temperatură. Aceste măsurări cer o aparatură multiplă și destul de complicată. Pentru simplificarea lucrărilor și aparaturii, tov. Grujnițchi Filip, fizician din laboratorul de termometrie, a inovat un comutator-inversor basculant, cu godeuri de mercur, cu ajutorul căruia se pot face următoarele operații:

— comutarea pe tensiunea U_x (căderea de tensiune pe rezistența necunoscută) și U_n (căderea de tensiune pe rezistența normală), cu menținerea polarității curentului auxiliar;

— comutarea pe tensiunea U_x cu inversarea curentului și cu inversarea, în același timp, a polarității curentului auxiliar;

— comutarea pe U_n, cu menținerea polarității inversate a curentului auxiliar.

Comutatorul, înfățișat schematic în fig. 1, se compune din zece godeuri construite din material izolant. La partea inferioară a fiecărui godeu este înșurubată cîte o bornă de cupru. Godeurile au forma unui dreptunghi și sînt așezate paralel, unul lîngă altul, pe plăci de plexiglas, pentru a asigura o izolare optimă între ele.

Deasupra godeurilor, la o înălțime potrivită, se află un ax care se poate roti și pe care sînt dispuse trei plăci de plexiglas.

Aceste plăci de plexiglas susțin contactele de cupru. Contactele sînt așezate în așa fel, încît la o rotire a axului cu 90°, patru perechi de contacte intră în opt godeuri diferite, stabilindu-se astfel legătura între opt borne dorite; la o rotire de 360°, se pot deci obține patru posibilități de comutare, plus inversarea curentului auxiliar.

Ca precauție suplementară și pentru o mai bună garanție a izolării, întregul comutator poate fi așezat într-o baie de ulei; în orice caz, deasupra mercurului se poate pune un strat de ulei.

După cum se poate vedea, comutatorul este foarte simplu, comasează în același aparat funcțiile pe care le îndeplineau pînă acum două comutatoare — inversoare și un inversor. El mai prezintă avantajul că prin ușurința manevrării scurtează considerabil timpul de lucru, oferind în același timp și siguranță în exploatare, deoarece manevrarea celor două comutatoare și a inversorului se face simultan, de la un singur buton.

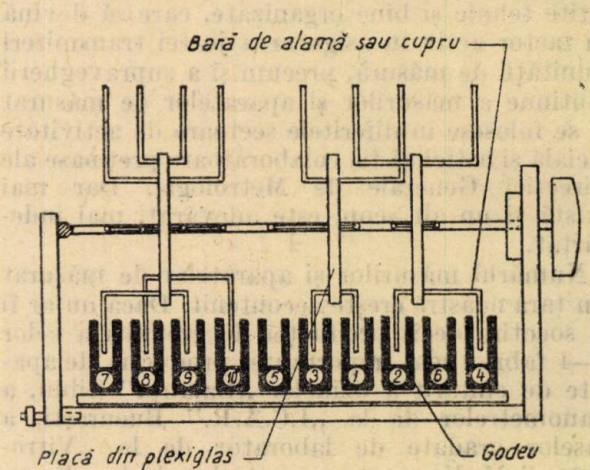


Fig. 1

Aparatul descris mai sus a fost construit și experimentat în laboratorul de termometre al Institutului, obținîndu-se rezultate foarte bune.

Indicator de săgeată

Verificarea podurilor rulante, a celor metalice, a macaralelor portal etc., la sarcina maximă pentru care au fost construite, constă în principiu în măsurarea săgeții, care oglindește deformația temporară sau permanentă a grinzilor orizontale sub sarcina care se aplică. Pentru măsurarea acestor săgeți se foloseau trei instrumente: firul de plumb, un compas de interior și un șubler. Măsurarea se făcea în felul următor: se lega firul de plumb la grinda a cărei săgeată urma să fie măsurată, lăsîndu-se să atîrne pînă la o distanță de aproximativ 80 cm de punctul fix luat ca reper pe sol; se stabilea, cu ajutorul compasului, distanța exactă dintre vîrful firului cu plumb și punctul fix ales ca reper, iar apoi, cu ajutorul șublerului, se măsura deschiderea compasului, determinîndu-se astfel această distanță. Se încărca apoi grinda orizontală cu sarcina dorită, se aștepta circa 10 mi-

nute, după care se repeta operația de măsurare descrisă mai sus. Diferența dintre cele două măsurări reprezenta săgeata.

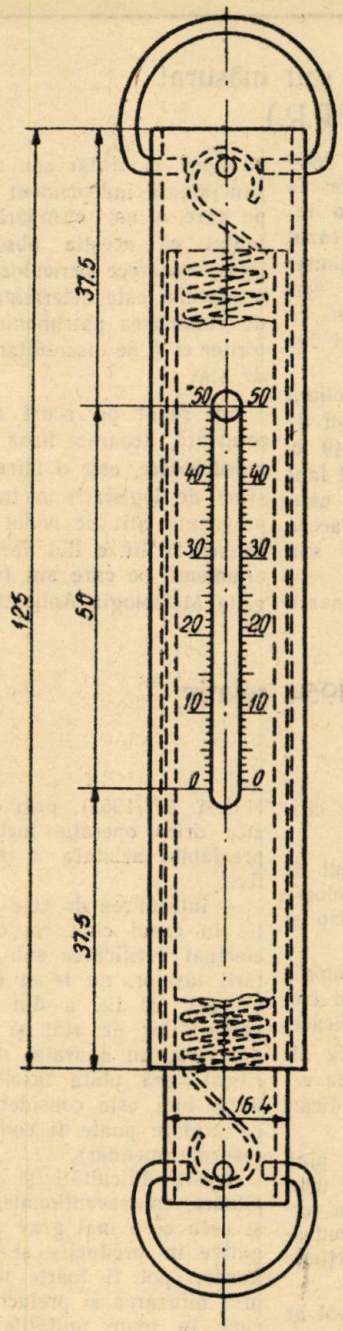


Fig. 2

După cum se poate vedea, această operație este destul de greoaie, durează aproximativ două ore și nu poate fi executată pe orice fel de timp și în orice condiții.

Pentru a elimina aceste greutăți, tov. Mihalovici Ferdinand, de la Inspectoratul General al Instalațiilor de Ridicat, a inovat un dispozitiv foarte simplu și destul de precis, denumit „Indicator de segeată", dispozitiv prezentat schematic în fig. 2.

Dispozitivul funcționează pe principiul unui dinamometru și se compune din două cilindre de aproximativ 125 mm fiecare și de diametre astfel potrivite, încît să intre ușor unul într-altul. Aceste două cilindre sînt legate împreună printr-un arc spiral, a cărui forță elastică de întindere să fie de 1,75 kgf la o cursă de 50 mm a cursorului fixat pe cilindrul cu diametrul mai mic.

Cu acest dispozitiv măsurarea se face în modul următor:

— Inelul cu care este prevăzut capătul tubului cu diametrul mai mare este legat cu ajutorul unei sîrme de grinda orizontală a cărei săgeată urmează a fi măsurată. Lungimea sîrmei se potrivește astfel încît dispozitivul să se afle la înălțimea ochiului operatorului.

De capătul celălalt al dispozitivului, la care se află un inel legat de cilindrul cu diametrul mai mic, se prinde un obiect mai greu decît forța elastică a resortului spiral, astfel încît cursorul dispozitivului să fie adus la zero, iar sîrma se potrivește astfel încît să fie bine întinsă, iar obiectul să se sprijine pe sol.

La încărcarea grinzii, săgeata produsă de sarcină se va putea citi direct pe săgeatometru, ea fiind indicată de deplasarea cursorului. In plus, cu ajutorul acestui dispozitiv se vor putea urmări și oscilațiile grinzii pînă în momentul de echilibru, lucru foarte important și care nu se poate realiza cu mijloacele folosite pînă acum.

După cum se poate vedea din această sumară expunere, dispozitivul este extrem de simplu, ușor de construit și de manevrat și de precizie suficientă. După indicațiile inovatorului, au fost realizate mai multe asemenea dispozitive, care au dat rezultate foarte bune la măsurările de probă efectuate. Cu ajutorul lor, timpul de verificare practic se reduce la aproximativ 10 minute, iar verificarea se poate efectua în condiții mult mai ușoare și pe orice vreme. Intregul dispozitiv cîntărește aproximativ 200 g, iar costul lui aproximativ este între 20 și 25 lei.

INDRUMATOR LEGISLATIV

I. Infracţiunea de înşelare a cumpărătorilor la cîntar sau măsurat (aşa cum a fost soluţionată de Tribunalul Suprem R.P.R.)

Prin decizia penală nr. 675/1955, Tribunalul Suprem R.P.R. a dat o importantă îndrumare privind această infracţiune.

Inculpatul F. S. în calitate de barman la restaurantul C.F.R. Teiuş a vîndut consumatorilor bere cu lipsă la măsurare. Tribunalul Cluj a achitat pe învinuit pe motiv că această infracţiune nu întruneşte elementele înşelăciunii, cumpărătorii nefiind induşi în eroare, deoarece au văzut cum se serveşte berea şi nu şi-au manifestat nemulţumirea.

Tribunalul Suprem, sezisat cu cerere de îndreptare, a motivat, cu ocazia hotărîrii ce a dat de desfiinţare a sentinţei Tribunalului Cluj, următoarele: (rezumativ)

„In conformitate cu disp. art. 268[20] c. pen. înşelarea cumpărătorilor la cîntar sau măsurat constituie o infracţiune sancţionabilă — în cazul cînd este săvîrşită de un funcţionar în exercitarea atribuţiilor de servici — potrivit art. 268[38] c. pen. cu pedeapsa prevăzută de art. 242 şi 245 c. p. după caz.

Latura obiectivă a acestei infracţiuni este diferită de aceea a delictului de înşelăciune prevăzut de art. 549 c. pen. şi este formată din simplul fapt al servirii cumpărătorilor cu o cantitate de produse mai mică decît aceea ce ar rezulta dintr-o cîntărire sau măsurare exactă.

Pe de altă parte această vînzare cu lipsă la cîntar sau măsurare este sancţionată independent de atitudinea pe care o au cumpărătorii sau de faptul că aceştia observă sau nu lipsa, deoarece periculozitatea socială a faptului este determinată nu numai de vătămarea patrimoniului cumpărătorilor ci şi de discreditarea comerţului de stat .

Am redat pe scurt această jurisprudenţă, deoarece lipsa la cîntar sau măsurătoare, este o infracţiune legată stîns de legislaţia metrologică, fiind prevăzută atît de codul penal cît şi de art. 20 lit. c din decretul 21/1954, problemă pe care am tratat-o în revista Metrologia Aplicată nr. 10/1955.

II. Cu privire la interpretarea art. 9 din decretul 21-1954 relativ la plata cu anticipaţie a taxelor de verificare

Se ştie că pentru efectuarea încercărilor de stat (determinări prealabile în vederea omologării modelelor de fabricaţie) şi a verificărilor de stat a măsurilor şi aparatelor de măsurat se percep cu anticipaţie anumite taxe considerate de lege ca un echivalent al serviciilor prestate.

Este de asemenea ştiut, că serviciile prestate de stat implică achitarea taxelor cu anticipaţie.

Deşi obligativitatea achitării taxelor cu anticipaţie figurează în întreaga legislaţie metrologică în vigoare şi deşi aceasta este explicată în permanenţă de către organele noastre de verificare, totuşi cu ocazia prezentării la verificare a aparatajului metrologic de către acei ce-l posedă, în numeroase cazuri aceştia nu prezintă chitanţa doveditoare de plata taxelor sau viramentul vizat de B.R.P.R. Din această cauză verificările nu se pot efectua.

Problema este şi mai complicată atunci cînd posesorii vin pentru verificare de la distanţe mari sau cînd organele Direcţiunii Generale de Metrologie se prezintă la verificare la faţa locului, conform art. 8 lit. d din Regulamentul verificărilor de stat (H.C.M. nr. 499/1953) şi art. 6 lit. d şi 7 din tariful aprobat cu H.C.M. 477/1953.

In astfel de cazuri organele de control sînt puse în situaţia de a aplica strict legea şi a refuza verificările. In aceste condiţii apar următoarele dificultăţi:

— transportul zădarnic la locul de verificare a aparatajului metrologic ceea ce provoacă pierdere de timp şi cheltuieli inutile;

— scoaterea aparatajului metrologic din producţie pentru altă zi cînd trebuie prezentat din nou la verificare;

— greutatea de a se planifica alt termen scurt de către organele de verificare întrucît planul de verificări este foarte încărcat;

— folosirea de către posesori, pînă la noul termen de verificare, a unui aparataj metrologic neverificat la termen, fapt care se consideră contravenţie (H.C.M. 903/1954) şi infracţiune (art. 20 al. a decret 21/1954).

Dacă organele noastre de control ar executa verificarea sub rezerva achitării ulterioare a taxelor (fapt care se pedepseşte disciplinar) s-ar produce instituţiei noastre următoarele greutăţi:

— sancţionarea organului de verificare care a efectuat verificarea fără a pretinde achitarea taxelor cu anticipaţie sau a primit taxele în numerar (fapt absolut interzis);

— călcarea de către însăşi Direcţiunea Generală de Metrologie a propriilor sale instrucţiuni şi a dispoziţiilor legale (art. 9 decret 21/1954, art. 4 Regulamentul verificărilor de stat H.C.M. 499/1953, art. 8 din tarif H.C.M. 477/1953), prin care se interzice orice operaţie metrologică fără prealabila achitare a taxelor respective;

— întocmirea de acte de contravenţie în cazul cînd cei cărora li s-a efectuat verificarea sub rezerva achitării taxelor, nu le-au achitat (potrivit art. 20 lit. a din Regulamentul verificărilor de stat şi art. 9 lit. a din tarif, un aparataj metrologic verificat fără plata taxelor în termen de 3 luni este considerat nelegal şi ca urmare poate fi confiscat iar posesorul amendat).

Aceste dificultăţi şi urmări disciplinare, contravenţionale, infracţionale şi ceea ce e mai grav cu urmări negative în producţia şi circulaţia bunurilor, pot fi foarte uşor eliminate prin difuzarea şi prelucrarea în adîncime în toate unităţile din sectorul socialist şi cel particular a problemei achitării taxelor de verificare cu anticipaţie.

Unităţile din ambele sectoare trebuie să aibă în prealabil, de la organele metrologice de stat, nota exactă de plată şi trebuie să ceară informaţiuni exacte asupra procedurii de depunere a taxelor de verificare, astfel ca în ziua fixată pentru verificări să nu se mai producă asemenea perturbări cu urmări atît de grave.

Organele Direcţiunii Generale de Metrologie au sarcina să sprijine prin toate mijloacele prelucrarea acestei probleme.

2434

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - ОБМЕНА

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

4

Aprilie 1956

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Инж. М. ПОПОВ — Энергетический Институт Академии Р.Н.Р.: Приборы для измерения потока нейтронов 3

Инж. М. РАЦИУ: Проверка приборов по статическому испытанию на твёрдость 11

Инж. АЛ. РОТ и инж. А. БЕРМАН: Измерение инфракрасных излучений 16

Инж. Ч. И. СТАЙКУ: Определение физических зависимостей путем размерного анализа . . . 25

Стр.

Инж. С. МАРКУ: Новые направления в конструкции электро-измерительных приборов (часть 2-ая) 32

Инж. И. ТЕОДОРЕСКУ, И.Ч.Т.П.Ч.: Некоторые лабораторные способы проверки тканей по качеству 38

ЭКОНОМИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Инж. Л. ИВАНОВИЧ: Организация ремонта измерительного оборудования в Р.Н.Р. 43

ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ РУКОВОДСТВО
МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ КОНСУЛЬТАЦИЯ

SOMMAIRE

Pag.

PROBLÈME TECHNIQUES DE LA METROLOGIE APPLIQUÉE

Ing. M. POPOV — de l'Institut Energétique de l'Académie R.P.R.: Appareil pour la mesure du flux des neutrons 3

Ing. M. RATIU: Le contrôle des appareils utilisés à l'essai statique de dureté 11

Ing. A. BERMANN et ing. A. ROTH: La mesure des radiations infrarouges 16

Ing. G. I. STAICU: Comment on établit les relations physiques par l'analyse dimensionelle 25

Pag.

Ing. S. MARCU: Nouvelles orientations dans la construction des appareils électriques de mesure 32

Ing. I. TEODORESCU — I.C.T.P.C.: Méthodes de laboratoire pour le contrôle qualitatif des tissus 38

PROBLÈMES ECONOMIQUES ET D'ORGANISATION DE LA METROLOGIE APPLIQUÉE

Ing. I. IOANOVICI: La réparation de l'outillage métrologique — son organisation 43

GUIDE LEGISLATIF
CONSULTATIONS METROLOGIQUES

ANUL III

Nr. 4

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

APARE LUNAR SUB INGRIJIREA
UNUI COMITET DE REDACȚIE

4

Aprilie 1956

SUMAR

Pag.

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. M. POPOV — Instit. de Energetică al Academiei R.P.R.: Instrumente pentru măsurarea fluxului de neutroni 3

Ing. M. RAȚIU: Controlul aparatelor pentru încercarea statică a durității 11

Ing. A. BERMAN și Ing. AL. ROTH: Măsurarea radiațiilor infraroșii 16

Ing. C. I. STAICU: Stabilirea relațiilor fizice prin analiza dimensională 25

Ing. S. MARCU: Orientări noi în construcția aparatelor electrice de măsurat 32

Ing. I. TEODORESCU — I.C.T.P.C.: Unele metode de laborator pentru controlul calității țesăturilor 38

PROBLEME ECONOMICO-ORGANIZATORICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. L. IOANOVICI: Organizarea reparațiilor de mijloace de măsurat în R.P.R. . . 43

INDRUMĂTOR LEGISLATIV

CONSULTAȚII METROLOGICE

Instrumente pentru măsurarea fluxului de neutroni

Ing. MIHAI VASILE POPOV

Дается общий обзор основных способов и измерительоых приборов служащих для выявления нейтронов и рассматриваются основы работы и характерные признаки этих приборов. Проводятся данные касающиеся области применения измерений, чувствительности и ошибок их, причем указываются факторы ограничивающие эти признаки и даются способы применяемые для их улучшения. Указываются основные области применения аппаратов служащих для выявления нейтронов в реакторе, причем отмечаются наиболее подходящие из них для отдельных областей применения аппаратуры и описываются их современные достижения.

★

L'auteur passe en revue les méthodes principales ainsi que les instruments de mesure servant à la détection des neutrons, dont on expose les caractéristiques et les principes de fonctionnement.

On fournit des dates sur leur domaine de mesure, leur sensibilité, les erreurs de mesure et les facteurs qui limitent ces caractéristiques; on indique les méthodes à suivre en vue de leur amélioration.

Sont mentionnées aussi les principales applications des appareils détecteurs de neutrons dans réacteur; sont recommandés, pour chaque domaine d'application, les appareils les plus indiqués, dont on mentionne les performances actuellement obtenues.

1. Necesitatea instrumentelor pentru măsurarea fluxului de neutroni într-un reactor nuclear

Țara noastră va dispune în curînd, datorită ajutorului acordat de U.R.S.S., de un reactor nuclear, cu ajutorul căruia savanții și tehnicienii noștri își vor putea aduce contribuția la cercetările în vederea utilizării energiei nucleare în scopuri pașnice. Desfășurarea acestor cercetări nu ar fi posibilă fără existența unor aparate de măsurat care să indice în fiecare moment starea fizică a reactorului.

Să considerăm tipul cel mai răspîndit de reactor nuclear, cu uraniu, avînd ca moderator grafitul. Energia reactorului se datorește fisiunii nucleelor de uraniu, fisiune care apare în urma bombardării nucleelor de uraniu cu neutroni. La rîndul său, fisiunea dă naștere unui număr de neutroni (circa doi sau trei de fiecare proces de fisiune) care posedă un spectru continuu de energii cinetice, cu valoarea medie la cca 1 MeV*). Acești neutroni sînt încetiniți de moderator (grafitul) datorită ciocnirilor elastice dintre neutroni și nucleele de carbon, precum și datorită unor ciocniri neelastice cu nucleele de uraniu. Astfel, în fiecare moment există în reactor neutroni cu energii foarte variate, cuprinse între valorile de 1 MeV și cca 0,025 eV, această din urmă valoare corespunzînd stării în care neutronul este în echilibru termic cu mediul. In consecință, un prim fapt de care trebuie să se țină seama la construirea aparatelor de măsurat ale reactorului este existența acestui domeniu vast de energii ale neutronilor. Pe această bază neutronii se clasifică în neutroni rapizi, neutroni termici (în echilibru termic cu mediul) și neutroni intermediari, numiți uneori și epitermici, avînd energii mai mici decît cîteva mii de eV.

Să considerăm, după cum se obișnuiește, un ciclu de funcționare al reactorului, cuprins între două procese consecutive de fisiune și să examinăm evoluția neutronilor între aceste procese. Neutronii care apar în urma primului proces de fisiune, avînd energii de ordinul 1 MeV sînt încetiniți, după cum am văzut, prin ciocniri elastice sau neelastice. Dintre acești neutroni numai o parte ajung să fie absorbiți de nucleele de uraniu dînd prin aceasta naștere unui proces de fisiune. Cealălaltă parte fie că este absorbită de alte nuclee, (eventual chiar de nucleul de uraniu fără a produce fisiune), fie că scapă în afara reactorului. Funcționarea

*) 1 $MeV = 1{,}602 \cdot 10^{-6}\ erg = 4{,}45 \cdot 10^{-20}\ kWh$

reactorului este posibilă numai datorită faptului că procesul de fisiune dă naştere unui număr de neutroni mai mare decît numărul iniţial de neutroni care au provocat fisiuni. Pe de altă parte este evident că pentru ca reactorul să fie în stare critică (în stare de echilibru) este necesar ca numărul de neutroni produşi în urma procesului iniţial de fisiune (neutronii din „prima generaţie") să fie egal cu numărul de neutroni produşi prin procesul al doilea de fisiune (neutronii din „a doua generaţie"). Condiţiile în care are loc acest echilibru depind de materialele folosite în reactor şi de forma şi dimensiunile geometrice ale acestuia. Stabilirea acestor condiţii formează unul dintre obiectele teoriei reactorilor nucleari.

Pentru a ţine seama de aceste procese se introduce *coeficientul de multiplicare al neutronilor*, K, egal cu raportul dintre numărul de neutroni din a doua generaţie şi numărul de neutroni din prima generaţie. In starea critică a reactorului coeficientul K este egal cu unitatea. Dacă însă $K \neq 1$, fluxul de neutroni nu mai este constant ci variază în timp. In ecuaţiile diferenţiale ale reactorului intervine atunci mărimea importantă denumită *reactivitatea* reactorului şi care este egală ca expresie cu $K - 1$. Reactivitatea poate fi pozitivă sau negativă şi reprezintă, după cum rezultă din definiţie, excesul sau deficitul de neutroni din a doua generaţie raportat la numărul de neutroni din prima generaţie.

Un reactor nuclear nu se poate menţine de la sine un timp îndelungat în stare critică deoarece, chiar presupunînd că în momentul iniţial el se găseşte în această stare, în momentele următoare reactivitatea lui va varia, fie datorită scăderii numărului de nuclee fisionabile de uraniu şi creşterii corespunzătoare a numărului nucleelor produşilor de fisiune (xenonul 135 de exemplu), care produce efectul de otrăvire a reactorului, fie datorită variaţiei temperaturii reactorului, sau introducerii în reactor a unor elemente străine în vederea producerii de isotopi artificiali.

Presupunînd că în urma unei asemenea variaţii a reactivităţii numărul de neutroni creşte la fiecare ciclu, energia dezvoltată de reactor creşte neîncetat şi funcţionarea lui se termină cu o explozie. Invers, dacă numărul de neutroni scade la fiecare cilcu reactorul încetează, după un anumit timp, de a funcţiona.

Principalul rol al aparatelor de măsurat cu care este înzestrat reactorul este de a evita producerea acestor defecte. Pe baza indicaţiilor lor are loc reglajul manual sau automat al reactivităţii reactorului (reglaj realizat prin introducerea sau scoaterea din reactor a unor bare dintr-un material care absoarbe neutroni, de obicei cadmiu sau bor). Aceleaşi aparate comandă declanşarea dispozitivelor de protecţie care întrerup automat funcţionarea reactorului în cazul unei creşteri periculoase a reactivităţii.

Pe de altă parte, distribuţia densităţii de neutroni în interiorul reactorului variază în timp, fie datorită acumulării produşilor de fisiune, fie datorită elementelor străine introduse în reactor în vederea producerii de isotopi. Distribuţia densităţii de neutroni influenţează însă randamentul reactorului. De aici rezultă necesitatea unor aparate de măsurat care să permită determinarea densităţii de neutroni în spaţiul din interiorul reactorului.

Toate problemele de mai sus se reduc la problema generală a determinării fluxului de neutroni, definit prin expresia:

$$\varnothing = n v$$

Din punct de vedere fizic, fluxul de neutroni $\varnothing$ reprezintă suma drumurilor parcurse de toţi neutronii dintr-un volum egal cu 1 cm^3 în timp de o secundă.

Avînd astfel definit obiectul măsurărilor dintr-un reactor şi rolul lor, să examinăm metodele şi aparatele cu care se pot efectua aceste măsurări.

2. Metoda generală de detectare a neutronilor

Cercetătorii în domeniul fizicii nucleare dispun astăzi de aparate de măsurat perfecţionate care permit observarea şi numărarea particulelor încărcate: contorul Geiger — Müller, camera de ionizare, contorii cu cristal, scintilatorii, camera Wilson etc. Ele se bazează pe fenomenele de ionizare, fotoconductivitate sau fotoluminescenţă.

Pentru ca o particulă să poată fi întregistrată direct de unul dintre aceste aparate este necesară îndeplinirea a două condiţii: *a*) particula să aibă o sarcină electrică, *b*) viteza particulei să fie suficient de mare.

Intrucît neutronii au sarcina electrică nulă, ei nu pot fi înregistraţi direct de nici unul dintre aceste aparate. De aceea pentru detectarea neutronilor se recurge la metode indirecte, folosind fenomenele care au loc la ciocnirea neutronilor cu nucleele diferitelor elemente. O astfel de ciocnire poate fi elastică, în care caz neutronul şi nucleul se comportă, cu suficientă aproximaţie ca două sfere solide. In acest caz neutronul cedează nucleului o parte din energia sa cinetică, cu atît mai mare cu cît masa nucleului de care s-a ciocnit este mai mică. Neutronul poate fi însă înglobat în nucleul cu care s-a ciocnit, provocîndu-se astfel o reacţie nucleară. „Nucleul compus" astfel format este în stare excitată şi trece în starea fundamentală prin radiaţia unei particule α — cazul reacţiei (n, α) — a unui proton — cazul reacţiei (n, p) — sau prin radiaţie γ — cazul reacţiei (n, γ)*). Uneori, nucleul format în urma acestui proces este radioactiv şi emite particule încărcate α sau β sau radiaţii γ. Prin înglobarea neutronului într-un nucleu cu număr

*) Reacţia $(n,2\alpha)$ nu poate fi folosită evident la detectarea neutronilor

atomic mare (ca uraniul de ex.) poate avea loc procesul de fisiune, în care caz se obțin iarăși particule încărcate cu sarcină electrică și având viteze foarte mari: nucleele produșilor de fisiune.

Toate aceste metode își găsesc aplicarea la măsurarea fluxului de neutroni, deoarece ele conduc la apariția unui flux de particule rapide încărcate cu sarcină electrică, flux care are o valoare bine determinată dat fiind fluxul inițial de neutroni care a provocat reacția. Inregistrînd aceste particule încărcate se poate deduce prin urmare fluxul inițial de neutroni.

Faptul că fluxul de neutroni se măsoară indirect, folosind fenomenele amintite mai sus, reprezintă o caracteristică comună tuturor aparatelor detectoare de neutroni.

3. Caracteristicile specifice ale aparatelor detectoare de neutroni

Pentru studierea comparativă a diferitelor aparate detectoare de neutroni trebuie să se definească o serie de criterii de comparație. Pe lîngă caracteristicile comune cu celelalte aparate de măsurare (sensibilitatea, domeniul de măsurare, erorile, timpul de răspuns, etc). în cazul aparatelor detectoare de neutroni apar caracteristici noi, pe care le vom examina pe scurt.

O primă caracteristică nouă care intervine este *eficacitatea*. Numai o parte din particulele care trebuiesc înregistrate și care ajung în zona activă a unui aparat reușesc să producă fenomenul util de ionizare, fotoconductivitate sau fotoluminescență. Raportul dintre numărul de particule care dau efectul util și numărul total de particule care intră în zona de lucru a aparatului se definește ca eficacitatea aparatului.

O altă carateristică specifică a aparatelor detectoare de neutroni este *sensibilitatea la radiații* γ. Radiațiile γ provoacă și ele o indicație a aparatelor datorită efectului fotoelectric, efectului Compton, sau producerii unei perechi electron—pozitron. Această sensibilitate este cu atît mai periculoasă cu cît fluxul de neutroni care trebuie măsurat este mai mic. Ea se determină prin raportul dintre indicația aparatului cînd este situat într-un flux-unitate de neutroni și indicația aceluiași aparat situat într-un flux unitate de radiații γ.

In sfîrșit, întrucît neutronii dintr-un reactor au un spectru de energii foarte vast este necesar ca aparatele detectoare de neutroni să fie capabile de a măsura separat fluxurile de neutroni corespunzătoare diferitelor nivele de energie. Cu alte cuvinte, aparatul trebuie să înregistreze numai neutronii care au viteze situate într-un anumit domeniu. *Puterea de rezoluție* față de nivelele de energii, reprezintă deci o a treia caracteristică specifică a aparatelor detectoare de neutroni.

Diferitele aparate detectoare de neutroni satisfac în mod diferit condițiile de mai sus. Măsura în care sînt satisfăcute aceste condiții determină domeniul de aplicație al fiecărui aparat.

4. Metoda indicatorilor radioactivi

Una din metodele acceptate ca metode precise de măsurare a fluxului de neutroni, metodă care servește de obicei chiar la etalonarea celorlalte aparate, este metoda indicatorilor radioactivi. Metoda se bazează pe observația că în urma reacțiilor nucleare pot lua naștere isotopi radioactivi. Astfel, nucleul care ia naștere în urma reacției (n, γ) (absorbția unui neutron și eliminarea de radiație γ), este în general radioactiv.

Dacă o foaie dintr-un element care devine radioactiv în urma bombardării cu neutroni, este introdusă într-un flux de neutroni, și dacă foaia este destul de subțire pentru a nu modifica distribuția fluxului în care s-a introdus și pentru ca densitatea de neutroni în foaie să fie constantă, numărul de nuclee radioactive crește în timp după relația:

$$N = \frac{V\Sigma_a \varnothing}{\lambda}(1 - e^{-\lambda T}) \qquad (1)$$

unde V *este volumul foii*

Σ_a *este secțiunea eficace macroscopică de absorbție pentru procesul de formație a isotopului radioactiv*

$\varnothing$ *—este fluxul de neutroni*

λ *— este constanta radioactivă a elementului din care este formată foaia*

T *— timpul măsurat de la introducerea foii în fluxul de neutroni.*

Dacă timpul T este suficient de mare, numărul de nuclee radioactive devine constant și practic egal cu valoarea dată de formula (1) pentru $T = \infty$

După scoaterea foii din flux, numărul de nuclee radioactive scade conform relației:

$$N = \frac{V\Sigma_0 \varnothing}{\lambda}(1 - e^{-\lambda T_0}) - e^{-\lambda t} \qquad (2)$$

în care t *este timpul măsurat de la scoaterea foii din flux iar* T_0 *este timpul cît a stat foaia în fluxul de neutroni.*

Procesul de măsurare constă în a înregistra, cu un contor obișnuit, numărul de dezintegrări care au loc într-un anumit timp în foaia radioactivă. Numărul de dezintegrări pe unitatea de timp este

$$\left|\frac{dN}{dt}\right| = N\lambda = V\Sigma_a \varnothing (1 - e^{-\lambda T_0}) e^{-\lambda t} \qquad (3)$$

Formula (3) arată că, dacă se cunosc mărimile V, T_0, λ, Σ_a și t se poate deduce fluxul de neutroni $\varnothing$. Trebuie accentuat însă că, raționamentul de mai sus este valabil în cazul în care avem *un singur proces radioactiv*. In prezența mai multor isotopi trebuie să se recurgă la metode speciale pentru identificarea efectelor fiecărui isotop în parte.

Cu metoda indicatorilor radioactivi se poate realiza şi înregistrarca separată a neutronilor de diferite energii. Acest lucru este posibil datorită faptului că secţiunea eficace pentru reacţia nucleară folosită variază cu energia neutronului care provoacă reacţia.

In fig. 1 este reprezentată secţiunea eficace pentru elementul indiu. Se vede că această secţiune este considerabilă abia sub nivelul de energie de 2 eV. In consecinţă numai neutronii cu

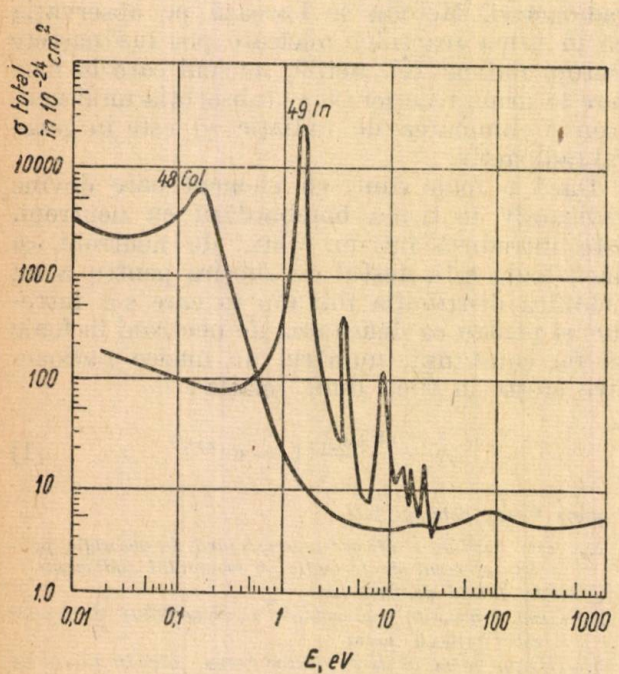


Fig. 1. Curbele secţiunii eficace totale în funcţie de energia neutronului, pentru indiu şi pentru cadmiu. (După datele din atlasul secţiunilor eficace).

energii sub 2 eV vor avea o probabilitate suficient de mare de a fi absorbiţi de indiu dînd naştere isotopului radioactiv. In aceeaşi figură este reprezentată şi secţiunea eficace pentru cadmiu. Din figură rezultă că vor fi absorbiţi de cadmiu în special neutronii cu energii sub 0,5 eV. Cadmiul nu devine însă radioactiv în urma bombardării cu neutroni. In schimb el poate fi folosit ca un filtru, înconjurînd foaia de indiu cu un strat de cadmiu de grosime suficientă. Făcînd două asemenea măsurări ale fluxului de neutroni, cu cadmiu şi fără cadmiu, se pot deduce valorile fluxurilor de neutroni care corespund la diferite energii.

Metoda indicatorilor radioactivi prezintă avantajul că, datorită dimensiunilor mici ale foii, aceasta poate fi introdusă cu uşurinţă în orice punct din reactor. Folosind metoda filtrării cu cadmiu, ea permite realizarea unui detector de neutroni termici aproape ideal, în sensul că sensibilitatea la neutroni cu viteze mai mari decît viteza neutronilor termici este aproape nulă.

5. Camere de ionizare pentru înregistrarea neutronilor lenţi

Cele mai răspîndite metode de detectare a neutronilor lenţi se bazează pe reacţiile (n, α) (absorbţia unui neutron şi eliminarea unei particule α).

Asemenea reacţii au loc numai în cazul elementelor uşoare, cea mai des folosită fiind reacţia

$$_5B^{10} + {}_0n^1 \rightarrow {}_3Li^7 + {}_2He^4$$

Isotopul $_5B^{10}$ se găseşte în borul natural în proporţie de cca 20%, fiind amestecat cu isotopul $_5B^{11}$. Reacţia are loc cu degajarea unei energii de cca 2,85 MeV. In 93% din procese nucleul de Li este în stare excitată şi revine în stare fundamentală prin eleminarea unei radiaţii γ de 04 MeV. Energia medie degajată este, ca urmare, de cca 2,5 MeV. Această energie se repartizează între particula α şi nucleul de Li, particula α preluînd cca 1,6 MeV, iar nucleul de Li cca 0,9 MeV. Dacă se foloseşte întreg parcursul se pot obţine cca 80 000 perechi de ioni.

După modul în care se foloseşte această reacţie se disting camere de ionizare care sînt umplute cu un gaz care conţine bor (de obicei trifluorura de bor BF_3) şi camere de ionizare care au pereţii acoperiţi cu bor sau un compus al borului.

Camerele umplute cu BF_3 conţin de obicei şi argon (deşi prin aceasta se reduce întrucîtva eficacitatea lor) deoarece astfel se poate folosi o tensiune de lucru mai scăzută la o presiune dată a gazului. Eficacitatea camerei este determinată de probabilitatea absorbţiei neutronului de către nucleul de bor, probabilitate care se exprimă prin secţiunea eficace de absorbţie a borului.

Pentru neutronii termici secţiunea eficace a borului este maximă şi egală cu 550.10^{-24} cm² Eficacitatea este dată de formula

$$E = N\ \sigma_B\ d$$

unde d este drumul mediu al neutronilor în camera de ionizare

σ_B este secţiunea eficace pentru reacţie

N este numărul lui Avogadro, egal cu $6{,}02 \cdot 10^{-23}$

iar p este presiunea gazului.

Pentru a mări eficacitatea trebuie să se mărească fie drumul mediu al neutronilor în cameră, fie presiunea gazului. Ambele mărimi sînt însă limitate datorită dimensiunilor normale de lucru a camerelor (care limitează pe d) şi condiţiilor optime de funcţionare a camerei (care limitează p) Ţinînd seama de aceste limitări, ordinul de mărime al eficacităţii rezultă de cca 10%.

Al doilea tip de camere de ionizare, care conţine bor sau compuşi ai borului depuşi pe pereţii camerei, sînt umplute cu argon sau cu hidrogen.

Eficacitatea maximă a acestor camere este dată de formula:

$$E_{max} = \left(\frac{N\rho}{A}\right) R_B \sigma_B$$

unde ρ **este densitatea materialului pereților**

A **este greutatea atomică**

N **= numărul lui Avogadro**

R_B **= parcursul particulelor** α **în bor**

σ_B **= secțiunea eficace de absorbție a neutronilor de către bor.**

Intrucît parcursul particulelor α este foarte mic, grosimea stratului de bor este de asemenea mică, de ordinul a 0,1 mm. Acest fapt limitează eficacitatea acestor camere la valoarea de cca 5% pentru neutronii termici.

O altă posibilitate de detectare a neutronilor lenți o reprezintă folosirea reacției de fisiune (n, f) a uraniului 235. Prin înglobarea unui neutron termic de către uraniu 235 (secț. ef $= 4.10^{-24}$ cm^2) are loc spargerea nucleului cu liberarea unei energii de cca 180 MeV de fiecare fisiune. In urma fisiunii apar particule încărcate, cu mase diferite și avînd viteze mari, care pot produce ionizarea unui gaz. Camerele de ionizare care lucrează pe acest principiu au unul din electrozi acoperit cu un strat de uraniu.

Domeniul de măsurare al camerelor de ionizare este limitat superior de curentul de saturație al camerei, iar inferior, în general de sensibilitatea la radiații γ. Dacă la fluxuri mari de neutroni sensibilitatea la radiații γ nu este supărătoare, la fluxuri mici efectul radiațiilor γ este predominant. Pentru lărgirea domeniului de măsurare este necesar să se realizeaze un raport cît mai mare între curentul de ionizare (cînd camera este situată într-un flux de neutroni egal cu unitatea) și curentul de ionizare (cînd camera este situată într-un flux de radiații γ egal cu unitatea).

In cazul camerelor umplute cu BF_3 **acest raport este de ordinul a 270, în timp ce în cazul camerelor cu depozit de bor natural pe pereți, și umplute cu argon la o presiune de 70 cm Hg, raportul este este de cca 70.**

Acest raport crește de circa 4 ori cînd se trece de la borul natural (care conține isotopul B^{10} **numai în proporție de 20%) la isotopul** B^{10} **pur. In cazul camerei cu depozit de bor se poate obține o îmbunătățire suplimentară a acestui raport folosind în locul argonului hidrogen la o presiune de 150 cm Hg, caz în care raportul considerat devine de ordinul 400.**

Cea mai radicală metodă pentru reducerea sensibilității la radiații γ constă în folosirea a două camere de ionizare, dintre care una conține B^{10}, și deci este sensibilă și la radiații γ și la neutroni, iar cealălaltă nu conține B^{10} și deci este sensibilă numai la radiații γ. Prin conectarea convenabilă a celor două camere (vezi fig. 2) se obține un *coeficient de compensare a radiațiilor* γ egal cu 1 :150, înțelegînd prin coeficient de compensare raportul dintre indicația produsă de ambele camere montate ca în fig. 2 și indicația produsă de o singură cameră, atunci cînd sînt introduse într-un flux de radiație γ pură. Compensarea radiațiilor γ se obține variind volumul uneia dintre camere sau un alt parametru.

In cazul *camerelor compensate*, limita inferioară a domeniului de măsurare nu mai este determinată de sensibilitatea la radiații γ ci de curentul minim care se poate măsura comod, curent de ordinul a 10^{-11} A.

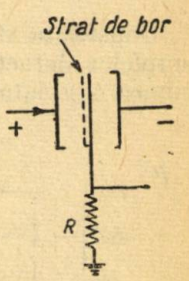


Fig. 2. Compensarea sensibilității camerelor de ionizare la radiații γ

Cu camerele de ionizare existente acest curent corespunde la un flux de neutroni de circa 2.10^3 **neutroni/cm^2.**

Curentul de saturație, care determină limita superioară a domeniului de măsurare, este de circa 50 μ **A pentru camerele umplute cu** BF_3 **și de ordinul a 250** μ **A în cazul camerelor cu bor și argon. Ordinul de mărime al fluxului maxim măsurabil este de** 4×10^{10} **neutroni/cm^2/sec.**

Gama totală (flux maxim măsurabil către flux minim măsurabil) în care poate fi măsurat fluxul de neutroni cu această metodă este de circa 2.10^5 în cazul camerelor necompensate, și poate crește la 2.10^7 în cauzul camerelor compensate. Trebuie menționat că această gamă de măsurare este mult inferioară domeniului de variație a fluxului de neutroni la pornirea reactorului.

6. Detectori termici

Principiul de funcționare al detectorilor termici de neutroni constă în absorbirea energiei cinetice a particulelor de către un element sensibil la temperatură — cum este termocuplul. Și în cazul acestor aparate detectoare se folosește reacția (n, α) a isotopului B^{10}. Cunoscînd secțiunea eficace de absorbție a borului, numărul de atomi de bor și energia degajată în urma unei reacții (egală cu 2,5 MeV) se poate calcula energia totală care se degajă în urma reacției la un flux de neutroni dat.

In cazul unui cilindru de bor natural cu dimensiunile $1,5 \times 3$ mm, energia totală este de circa 40 mW într-un flux de 10^{12} neutroni cm^2/sec.

Să considerăm două termocuple montate în opoziție. Forța electromotoare care apare la bornele lor va fi apropiată de zero, indiferent de valoarea temperaturii ambiante. Dacă acum se acoperă unul dintre punctele de sudură ale termocuplului cu un cilindru de bor și se introduce aparatul într-un flux de neutroni, forța electromotoare a acestui termocuplu va fi proporțională cu fluxul de neutroni și va continua să nu depindă, decît în foarte mică măsură, de temperatura ambiantă. Montînd în serie mai multe asemenea perechi de termocu-

ple se realizează un detector de neutroni de sensibilitate suficientă și dimensiuni mici.

Depunerea stratului de bor se realizează după următoarea reacție, care are loc la temperatura de 600°

$$B_2H_6 \rightarrow 2B + 3H_2$$

Constanta de timp și sensibilitatea termocuplelor detectoare de neutroni depind de grosimea stratului de bor, după cum se arată în

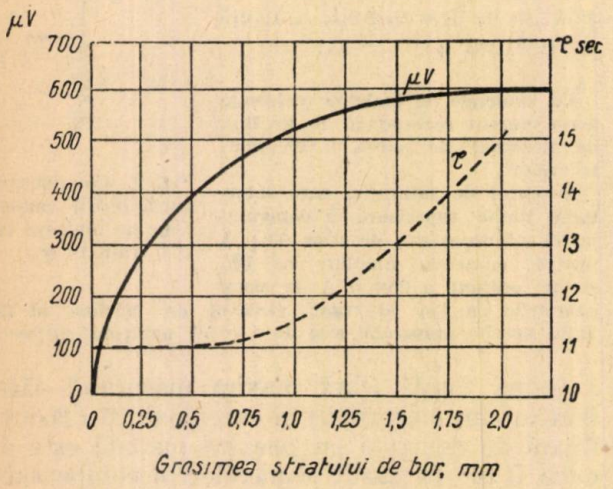


Fig. 3. Curbele forței electromotoare și a constantei de timp τ pentru o pereche de joncțiuni cromel-alumel, în funcție de grosimea stratului de bor care acoperă una din joncțiuni. Forța electromotoare se referă la un flux de neutroni de $10^{12} \frac{neutroni}{cm^2/sec}$ iar constanta de timp reprezintă timpul scăderii indicației la $\frac{1}{e}$ din indicația maximă.

fig. 3, care se referă la un flux de 10^{12} neutroni /cm^2·s și o pereche de suduri cromel- alumel. După cum se vede, între sensibilitate și constanta de timp trebuie să se realizeze un compromis. In cazul considerat valoarea cea mai convenabilă a grosimii stratului de bor este de 1,5 mm, ceea ce conduce la un timp de răspuns de ordinul a 13 sec.

Există termocuple speciale, așa numite de tipul *disc*, în care reacția nucleară are loc în discuri de oțel cu 2% bor. Sudurile care nu conțin bor au discuri de oțel moale. Elementele sînt legate între ele prin benzi alternative de fier și constantan. Față de tipul precedent (numit tip „mărgea") constanta de timp este mult mai mare (de ordinul a 40 sec). In schimb erorile acestui tip de termocuplu sînt mai mici.

Forța electromotoare produsă de 21 perechi de tip mărgea într-un flux de 10^{12} neutroni/cm^2, sec. este de ordinul a 7 mV, suficientă pentru ca să se poată folosi direct un aparat indicator obișnuit fără amplificare suplimentară. Relația între forța electromotoare și flux este practic liniară.

Erorile date de aparat sînt de ordinul a $\pm$ 5%. Trebuie observat însă că sensibilitatea aparatului scade în timp deoarece numărul nucleelor de B^{10} scade datorită reacției (n, α). Aceasta reprezintă o caracteristică comună tuturor aparatelor care folosesc reacții nucleare. Reducerea cu 14% a numărului de atomi de B^{10} corespunde unei valori a integralei $\int_0^t \varnothing \, dt$ egală cu 2,4 10^{19} neutroni/cm^2. Durata de funcționare continuă a termocuplelor de tipul disc este de circa 6 luni. Rezultă de aici necesitatea verificărilor periodice.

7. Detector pe bază de scintilații

Scintilatorii pentru detectarea neutronilor, se bazează pe fenomenul de fotoluminescență care apare în urma bombardării unor substanțe cu particule α. La rîndul lor, particulele α apar în urma reacției (n, α) a isotopului B^{10}. Pentru realizarea acestor aparate este deci necesar sau să se folosească compuși ai borului care prezintă fenomenul de luminescență, sau să se introducă într-un mediu luminescent astfel de compuși ai borului încît aceștia să nu producă „întunecarea" luminescenței. Această condiție este îndeplinită de esteri complexi: borat de metil, de etil sau de propil, într-o soluție luminescentă de fenilciclohexan, trifenil, difenilhexatrien. Prin adăugarea boraților, amplitudinea impulsului luminescent este întrucîtva redusă, dar amplitudinea se restabilește adăugînd trifenil. Soluția luminescentă luminează un multiplicator electronic care debitează curentul pe un amplificator.

La analiza camerelor de ionizare s-a arătat că eficacitatea acestora este redusă. In cazul camerelor umplute cu BF_3 limitarea are loc datorită presiunii reduse a gazului, iar în cazul camerelor cu depozit de bor, limitarea apare datorită parcursului mic al particulelor α. Ambele limitări dispar însă în cazul substanțelor luminescente de mai sus, deoarece acestea sînt transparente pentru radiații și posedă o densitate suficientă. Ca urmare, eficacitatea acestui sistem de detectare a neutronilor se apropie de 100%. Cel mai convenabil din punctul de vedere al eficacității este boratul de metil. Sensibilitatea acestor aparate este atît de mare, încît o singură particulă α provoacă extragerea a 30 electroni de pe catodul multiplicatorului electronic. Durata de viață a neutronului în mediul luminescent este de circa 0,4 μs. Timpul de răspuns al acestor aparate este extrem de redus, de ordinul a 10^{-9} s.

Aceste aparate nu sînt însă lipsite de dezavantaje. In primul rînd ele au o sensibilitate pronunțată la radiații γ, în special datorită efectului Compton. Pe de altă parte ele posedă un zgomot de fond comparativ mare, datorită agitației termice.

Pentru a reduce zgomotul de fond s-au folosit mai multe sisteme Una dintre metode constă în răcirea aparatului cu aer lichid, astfel încît perturbațiile datorită agitației termice să de-

vină neglijabile. Altă metodă constă în a face o discriminare între pulsurile care provin din scintilații și pulsurile datorite perturbațiilor. Discriminarea se poate face fie lăsînd se treacă numai pulsurile cu o amplitudine suficientă de mare (metodă aplicabilă dacă semnalul are o amplitudine suficient de mare față de zgomotul de fond), fie cu ajutorul așa numitelor *circuite de coincidență*. In acest din urmă caz se montează doi sau mai mulți multiplicatori electronici, luminați de aceeași soluție luminescentă. Ieșirile multiplicatorilor sînt introduse într-un circuit special de coincidență care dă o indicație la ieșire numai dacă apare simultan un implus la toți multiplicatorii electronici.

8. Inregistrarea neutronilor rapizi

Aparatele analizate mai sus servesc în majoritatea lor la detectarea neutronilor lenți. Aparatele bazate pe reacția (n, α) nu pot servi la detectarea neutronilor rapizi deoarece secțiunea eficace pentru reacția (n, α) scade foarte repede cînd viteza neutronului crește.

In schimb camerele de ionizare bazate pe reacția de fisiune (n, f) pot servi la detectarea neutronilor rapizi. Pentru aceasta se folosește faptul că uraniul 238 poate suferi procesul de fisiune prin înglobarea unui neutron rapid. Uraniul natural conține U^{238} și U^{235} cam în proporție de 140 : 1. In aparatele pentru înregistrarea neutronilor rapizi trebuie să se evite fisiunea nucleelor de uraniu 235, care poate fi provocată de neutroni lenți, falșificînd rezultatele. Ca urmare, metoda de detectare a neutronilor rapizi prin fisiune constă în a folosi o cameră de ionizare ai cărei pereți sînt acoperiți cu U^{238} pur. In cazul în care se folosește uraniul natural, trebuie să se înconjoare camera cu un „filtru" pentru neutronii lenți. Acest filtru este constituit de obicei din cadmiu sau din bor.

O altă metodă de detectare a neutronilor rapizi constă în a folosi ciocnirile elastice ale neutronilor cu nuclee ușoare. Prin aceste ciocniri, nucleele capătă o viteză suficientă pentru a produce fenomenul de ionizare. Inconjurînd camera de ionizare cu parafină, nucleele de hidrogen (protonii) sînt proiectate datorită ciocnirilor lor cu neutronii și sînt înregistrate prin ionizarea pe care o produc. Camera este bine să conțină hidrogen sau combinații ale acestuia.

Neutronii rapizi pot fi înregistrați după încetinirea lor prin ciocniri elastice într-un moderator, caz în care se pot aplica metodele anterioare de detectare a neutronilor lenți.

Electronica a permis crearea unor aparate care pot înregistra cu mare precizie neutronii rapizi, măsurîndu-se totodată și energia lor. Un asemenea aparat este reprezentat în fig. 4. El se bazează tot pe înregistrarea protonilor care apar în urma ciocnirilor cu neutronii rapizi, dar înregistrează numai protonii care sînt proiectați în direcția fascicolului inițial de neutroni, protoni a căror energie este comparabilă cu energia neutronilor primari.

Multiplicatorul electronic ME-A are în față un cristal de stilben (difeniletilenă) care dă naștere fluxului de protoni în urma bombardării cu neutroni. Totodată neutronii sînt dispersați la 90° și după parcurgerea unui spațiu de circa 6 cm, ajung la multiplicatorul electronic

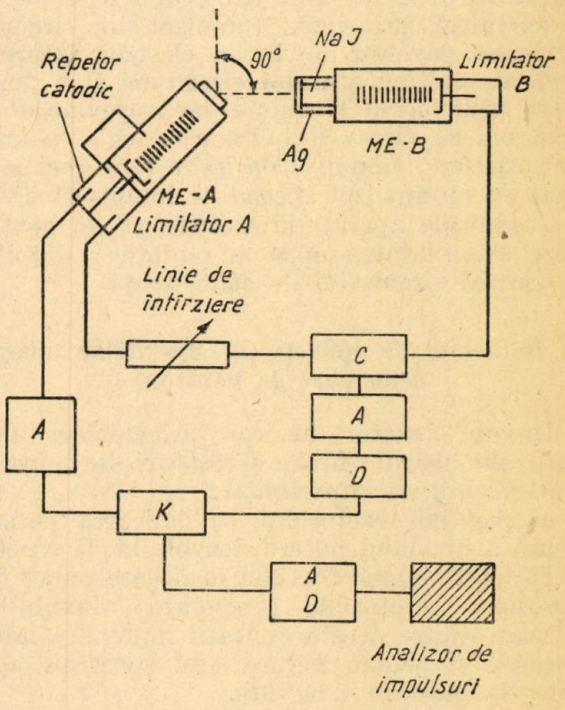


Fig. 4. Spectrometru de neutroni rapizi.
ME = multiplicator electronic,
C = circuit de coincidență,
A = amplificator,
D = discriminatori,
K = circuit comadat de impulsul dat de circuitul de coincidență.

ME-B, care are în față un cristal de NaI acoperit cu un strat de argint. Neutronii fiind înglobați în nucleele de Ag sau I, aceștia radiază cuante γ care sînt înregistrate de cristal și de multiplicatorul electronic ME-B. Amplitudinea impulsurilor multiplicatorului electronic ME-A, este măsurată prin canalul principal care pornește de la multiplicator printr-un repetor catodic și prin blocul K la analizorul de impulsuri. Celelalte circuite ale aparatului servesc la discriminarea neutronilor de diferite viteze. Rolul lor constă în a bloca drumul acelor impulsuri din circuitul principal care sînt provocate de neutroni cu viteze diferite de viteza fixată și în a da drumul numai acelor impulsuri care corespund unui anumit domeniu de viteze ale neutronilor. Reglarea acestor viteze se face cu linia de întîrziere reglabilă care este dispusă între ieșirea multiplicatorului electronic ME-A și circuitul de coincidență C. Timpul de întîrziere poate fi reglat pe această cale în domeniul $(3{,}5 \pm 1{,}5)\ 10^{-8}$.s ceea ce corespunde unei energii a neutronilor cuprinsă între 5 și 30 ke*V*.

Acțiunea circuitului de coincidență constă în aceea că el dă un semnal la ieșire numai cînd timpul de întîrziere al liniei corespunde timpului de trecere a neutronilor prin spațiul dintre multiplicatorii A și B. Impulsurile de la intrarea circuitului de coincidență sînt diferențiate (pentru a obține un timp de creștere cît mai scurt) și apoi limitate. Semnalul de la ieșirea circuitului de coincidență servește la blocarea sau deblocarea circuitului K, conectat în circuitul principal. Impulsul din circuitul principal pornește de la un electrod intermediar al multiplicatorului electronic A și poate trece prin blocul K numai dacă provine de la neutroni cu viteza stabilită prin reglarea liniei de întîrziere. Impulsul de ieșire este apoi analizat cu un analizor special de impulsuri. Printre calitățile aparatului trebuie să se menționeze sensibilitatea mică la radiații γ datorită în special circuitului de coincidență.

9. Domeniul de aplicație al diferitelor aparate detectoare de neutroni

Intr-un reactor nuclear principalele aplicații ale instrumentelor detectoare de neutroni sînt, în ordinea importanței: *a*) reglajul reactorului, *b*) indicarea permanentă a nivelului puterii dezvoltată de reactor și *c*) determinarea fluxului în fiecare punct din interiorul reactorului (explorarea fluxului). Fiecare dintre aceste aplicații impune condiții speciale și pentru fiecare s-au construit aparate de măsurat adecvate.

Pentru *reglajul reactorului* este necesar un aparat care să măsoare cu mare viteză fluxul de neutroni din interiorul reactorului. Condiția principală pe care trebuie să o îndeplinească acest aparat este ca timpul de răspuns să fie scurt în comparație cu perioada reactorului. Domeniul de măsurare trebuie să fie cît mai mare, ceea ce impune o sensibilitate cît mai mică la radiații γ. Materialele folosite în construcția aparatului trebuie să aibă secțiuni eficace de absorbție cît mai mici iar eventualii isotopi radioactivi care se pot produce trebuie să aibă un timp de înjumătățire cît mai mic.

Aparatele cele mai indicate pentru reglajul reactorului nuclear sînt camerele de ionizare.

Pentru *indicarea permanentă a puterii reactorului* principalele condiții sînt: durata mare de funcționare și banda largă pentru măsurarea puterii. Cel mai indicat aparat în acest scop este termocuplul detector de neutroni de tipul disc.

In sfîrșit, pentru *explorarea fluxului din reactor* principala condiție este ca dimensiunile aparatului să fie mici. Timpul de răspuns trebuie să fie convenabil de mic și aparatul trebuie să poată lucra în fluxuri de neutroni mari (de ordinul 10^{13} neutroni/cm^2/s) și temperaturi mari (de ordinul 200°C) fără o modificare apreciabilă a caracteristicilor sale. Timpul de înjumătățire al isotopilor radioactivi trebuie de asemenea să fie mic. Aparatul cel mai indicat în acest scop este termocuplul detector de neutroni de tip „mărgea".

Este de observat că nici unul din aparatele realizate pînă acum nu poate acoperi singur întreg domeniul de variație a puterii într-un reactor nuclear, domeniu care se întinde de la cîțiva mW la cîțiva MW. — Pentru acoperirea întregului domeniu este necesar să se dispună de mai multe aparate de sensibilități diferite în diferite puncte ale reactorului. —

Cît privește dispoziția aparatelor de măsurat în reactor, se observă că termocuplele care servesc la indicarea permanentă a puterii se dispun în centrul reactorului, în regiunea de flux mare, în timp ce camerile de ionizare se dispun la marginea reactorului, în zona cu flux de neutroni mic. Uneori, la pornirea reactorului, se introduce temporar camera de ionizare și în centrul reactorului.

* * *

Ca întreaga tehnică nucleară, aparatele pentru detectarea neutronilor sînt într-un permanent și rapid proces de evoluție. In permanență se aduc perfecționări aparatelor existente și se găsesc metode noi de măsurare.

In expunerea de față nu s-a insistat asupra unor metode mai puțin folosite de detectare a neutronilor. O parte din aceste metode se bazează pe reacția (n,α) a izotopului Li^6 al litiului.

Pe baza acestei reacții s-a preconizat construirea de termocuple în care rolul lui B^{10} este jucat de Li^6. Aceste aparate se caracterizează printr-o durată de viață de circa 4 ori mai mare decît termocuplele cu bor, dar sensibilitatea lor este mai mică. Tot pentru prelungirea duratei de viață s-a propus folosirea termocuplelor cu uraniu, care folosesc reacția (n,f) a uraniului. Se mai folosesc uneori emulsii fotografice speciale care conțin Li sau B^{10} și în care, în urma reacției (n,α) apar nucleе de He. Se înregistrează astfel pe placa fotografică urmele nucleelor de He. S-au mai realizat scintilatori cu cristale de compoziție specială detectoare de neutroni. Fluxul de neutroni mai poate fi măsurat și prin metode indirecte, măsurînd temperatura din reactor, presiunea din sistemul de răcire, poziția barelor de control, etc.

Cu toată această mare și crescîndă diversitate de metode folosite la detectarea neutronilor, totuși astăzi camerele de ionizare și termocuplele sînt consacrate drept aparatele cele mai indicate pentru asigurarea bunei funcționări a unui reactor nuclear.

Controlul aparatelor pentru încercarea statică a durității

Ing. MIRCEA RAȚIU

Даются техничессие требования, которые должен удовлетворять испытательный прибор на твердость, для обеспечения правильности измерений. На основании анализа факторов, могущих вызвать некачественную работу, была составлена обширная инструкция по проверке, охватывающая поверочные операции отдельных элементов, а обычная поверка производимая стандартными пластинками будет составлять лишь конечную операцию по контролю указаний.

★

L'auteur indique les conditions technique requises pour qu'un instrument pour l'essai de dureté satisfasse aux exigeances de justèsse. L'analyse des facteurs pouvant provoquer un fonctionnement insatisfaisant a conduit à la rédaction d'amples instructions de vérification, contenant des opérations de contrôle pour chaque élément séparément.

Il s'ensuit que la vérification usuelle avec des disques étalons constituera seulement l'opération finale du contrôle des indications.

Controlul calității materialelor cu ajutorul incercărilor de duritate, a luat în ultimul timp un ca acter general în industrie. Aceste metode de incercare prezintă marele avantaj de a permite executarea încercării direct asupra produsului de examinat, fără a i se aduce vreo degradare. Caracteristicile de duritate mai constituie, pentru anumite materiale (oțeluri) și o bază de evaluare cu bună aproximație a rezistenței de rupere la tracțiune.

Pentru încercarea durității s-au preconizat numeroase metode care să determine, într-un mod cît mai simplu și totuși independent de condițiile de încercare, caracteristica de duritate, definită în accepțiune tehnică drept rezistența față de deformarea plastică manifestată la pătrunderea unui corp străin. Spre deosebire de „duritate tehnică", în fizică duritatea este definită ca o solicitare ce apare între corpuri în contact — presiunea maximă de contact — înainte de apariția deformațiilor plastice.

Dintre numeroasele metode de încercare preconizate, utilizarea cea mai largă o au metodele de încercare statică după Brinell, Vickers și Rockwell, metode care urmăresc riguros reeditarea condițiilor de definire a durității tehnice; un penetrator de o anumită formă, de duritate superioară, se apasă sub acțiunea unei sarcini statice pe suprafața piesei de încercat, provocîndu-se o adîncitură permanentă. Dimensiunile acestei deformări plastice constituie baza de stabilire a durității.

O analiză riguroasă și generală a procesului de deformare din cursul încercărilor de duritate nu s-a putut efectua pînă în prezent, întrucît particularitățile metodei de încercare — forma penetratorului, mărimea sarcinii — condiționează de la caz la caz repartiția tensiunilor și orientarea planurilor de alunecare. Lipsa unei teorii exacte asupra desfășurării deformației la pătrunderea unui corp străin, a împiedicat formularea unei metode unice de încercare de o valabilitate generală și cu corespondențe cu celelalte proprietăți mecanice.

Metodele statice de încercare a durității, cu toate că în principiu sînt similare, prezintă totuși particularități care le limitează domeniul de aplicare. In practică, domeniile de aplicare ale diferitelor metode nu se acoperă decît parțial, fapt care obligă laboratoarele să cuprindă în inventarul lor aparate pentru toate metodele de încercare statică.

Metodele statice au o primă diferențiere pe baza modului de stabilire a durității și anume:

— la metodele Brinell și Vickers, se determină o solicitare specifică, raportul dintre sarcină și suprafața urmei plastice;

— la metoda Rockwell se stabilește în funcție de adîncimea urmei plastice, o cifră empirică, fără vreo semnificație fizică.

Aparate pentru încercarea statică a durității

Extinderea mare a încercărilor de duritate a reclamat o continuă înbunătățire a mijloacelor de măsurare, tinzîndu-se la asigurarea măsurării juste și precise și la reducerea timpului de încercare. Această preocupare intensă a avut drept rezultat realizarea de aparate moderne perfecționate cu o precizie ridicată. Acestea sînt aparate complexe, cu dispozitive mecanice, optice și electrice, cu o funcționare în mare măsură automatizată.

Varietatea tipurilor de aparate de încercare a durității este neobișnuit de mare față de alte domenii de utilaj de laborator. Tipurile de construcție diferă prin domeniul de utilizare, metoda de încercare, modul de producere a sarcinii — cu greutăți, cu arcuri, hidraulic —

și după modul de funcționare — manual sau comandat.

Principiul de construcție și funcționare al aparatelor este reprezentat în figura 1. Piesa de încercat se așează pe un platou (1). Sarcina P care se aplică asupra piesei (2) are montat la un capăt penetratorul specific metodei. După ridicarea sarcinii, se măsoară dimensiunile urmei remanente și se stabilește duritatea.

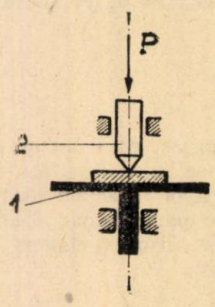


Fig. 1

In general, construcția oricărui aparat cuprinde următoarele părți principale (fig. 2):

— dispozitivul de așezare a piesei de încercat (1)

— penetratorul (2)

— dispozitivul de producere și reglare a sarcinii (3)

— dispozitivul de măsurare a urmei (4)

Dispozitivele enumerate sînt încadrate într-un corp de susținere (5).

Un aparat modern, de o construcție superioară, este reprezentat schematic în figura 2. Sarcina este produsă de un dispozitiv cu pîrghii și

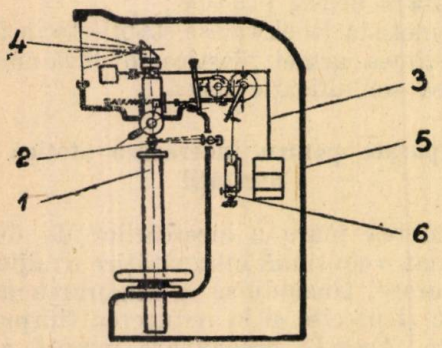


Fig. 2

greutăți (3). In legătură cu dispozitivul de producere a sarcinii se găsește un amortizor cu cu ulei (6), care asigură aplicarea lentă a acestei sarcini. Prin rotirea unei manivele sarcina este ridicată, odată cu piesa suport care susține penetratorul și obiectivul dispozitivului de măsurare a urmei, o rotește în jurul unei axe orizontale, aducînd obiectivul deasupra urmei. Locul urmei este proiectat pe un ecran din sticlă mată, fixat în partea superioară a corpului, prevăzut cu un dispozitiv de măsurare. Avantajul principal al construcției constă în faptul că măsurarea urmei se execută rapid și cu mare precizie, fără a mai reclama operații suplimentare de plasare a obiectivului.

Aparatul se utilizează pentru încercări de duritate după metoda Brinell și Vickers.

Verificarea aparatelor

Pentru asigurarea justeței măsurărilor, se impune executarea unui control riguros și permanent a funcționării aparatelor. Acest control, care constituie ceea ce se numește verificarea aparatului, este de fapt o examinare a tuturor factorilor ce ar putea influența denaturarea rezultatelor măsurărilor. Pe baza verificărilor se constată încadrarea erorilor de măsurare în limitele admise și totodată se obține o orientare asupra cauzelor care provoacă eventual o funcționare necorespunzătoare.

In această accepțiune de orientare generală asupra funcționării aparatului, operațiile de verificare prezintă o importanță deosebită pentru

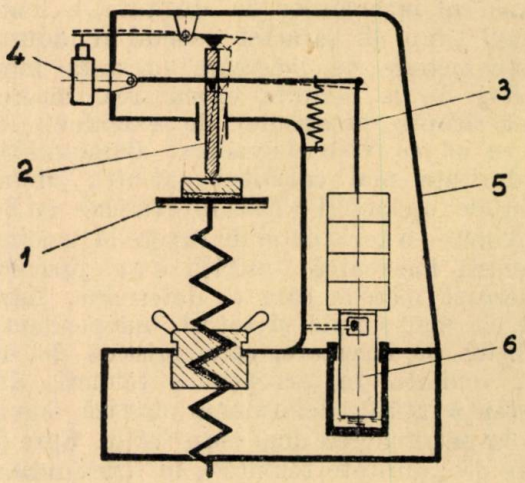


Fig. 3

menținerea aparatului în condiții proprii tehnicei măsurărilor. Tot prin verificare se obțin indicații prețioase pentru construcția de aparate și pentru recondiționarea aparatelor defecte

Buna funcționare este o consecință a respectării condițiilor tehnice impuse construcției diferitelor dispozitive componente, a montării și a utilizării corespunzătoare. O analiză sumară a condițiilor tehnice și a implicațiilor lor asupra măsurărilor indică criteriile de verificare.

In primul rînd **construcția aparatelor** trebuie să asigure o rigiditate mare în cursul funcționării. Deformarea elastică a corpului aparatului, de obicei în formă de U, a pîrghiilor și a șurubului de ridicare de la dispozitivul de așezare, denaturează măsurările. In fig. 3 se indică în mod exagerat pozițiile pe care le-ar putea lua diferitele elemente prin deformarea lor elastică, la un aparat Rockewll cu dispozitiv

de măsurare a adîncimii urmei. Consecințele deformării se manifestă, în special la aparatul Rockwell, prin rezultate eronate datorită schimbării raportului de amplificare a pîrghiilor, oblicitatea penetratorului și încadrarea coborîrii platoului de reazim chiar în valoarea măsurată a adîncimii urmei.

Construcția aparatelor de mare precizie, aparate pentru cercetări și aparate pentru etalonarea plăcuțelor de duritate, trebuie să urmărească în mod foarte scrupulos respectarea condițiilor de rigiditate. Ca urmare, aceste aparate se realizează numai în formă de cadre închise, cu piese de mare rigiditate, cu deformare elastică bine determinată.

Aparatele de lucru trebuie să respecte condițiile de rigiditate, controlîndu-se însă numai în ce măsură deformațiile împiedică funcționarea : agățări ale pîrghiilor, oblicitatea penetratorului, modificarea sarcinii. Urmărirea deformațiilor este deosebit de importantă pentru aparatele de duritate Rockwell, la care deformații de 2 microni corespund unei erori de măsurare de o unitate H_{RC}.

Dispozitivul de așezare a piesei trebuie să posede un platou plan și plasat riguros perpendicular față de axa penetratorului, în orice poziție a cursei șurubului de ridicare. Planitatea se verifică cu o riglă de verificare cu muchie activă, clasa I-a de precizie STAS 2518/51.

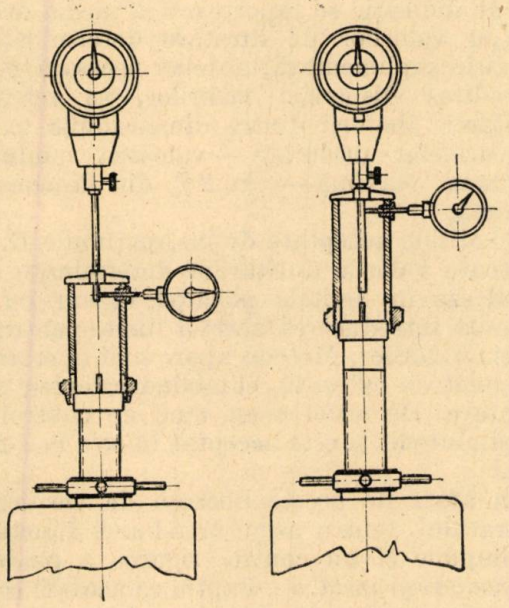


Fig. 4

Abaterea de la perpendicularitate provoacă erori însemnate. Astfel, la o înclinare de 6° la aparatele Vickers, se face o eroare de măsurare de cca 10%. Ținînd seama de acest fapt, s-a trecut la fixarea anumitor limite de înclinare și anume :

— pentru încercarea Brinell 3° cca 1 :20
— pentru încercarea Vickers 2° cca 1 :30
— pentru încercarea Rockwell 40′ cca 1 :100

Pentru verificarea perpendicularității s-a experimentat un dispozitiv compus dintr-un cilindru gol, în care se fixează un comparator cu cadran 1 :100 mm și o tijă cilindrică montată în capul aparatului, în locul penetratorului (fig. 4). Cilindrul se așează pe platoul de reazem al aparatului și palpatorul comparatorului cu cadran se aduce în contact cu tija cilindrică.

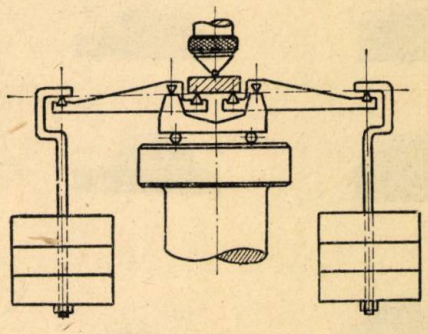


Fig. 5

Platoul este înălțat, respectiv coborît, în altă poziție și se urmărește abaterea dată de indicatorul comparatorului. Se recomandă ca operația de verificare să se efectueze pe o cursă de 100 mm. spre a se obține direct înclinarea.

Dispozitivul de producere a sarcinii trebuie să asigure o aplicare lentă, fără șocuri, a sarcinilor prescrise de standarde, cu abateri maxime de ± 1%.

Verificarea se execută :

— cu greutăți aplicate prin intermediul a două pîrghii simetrice, astfel ca să se evite apariția solicitărilor laterale (fig. 5) sau

— cu un dinamometru etalon de compresiune, clasa de precizie 0,3.

Controlul sarcinilor este absolut necesar la aparatele nou construite și la cele recondiționate.

Penetratorul se prezintă ca piesa cea mai sensibilă, în special penetratoarele cu diamant, în permanență periclitate să se degradeze. Erorile comise cu penetratoare defecte sînt deosebit de mari.

Controlul penetratorului comportă :

— verificarea profilului la un microscop, de preferință cu proiector, și

— verificarea așezării diamantului în montură, respectarea coaxialității dintre diamant și piesa de montare.

La piramidele de diamant se controlează de preferință unghiul dintre muchii, unghiul maxim, care are valoarea de 148°06′42″, pentru un unghi între fețe de 136°.

Pentru controlul coaxialității, penetratorul se așează într-un dispozitiv de centrare, care permite rotirea sa. Se urmărește la microscop dacă vîrful diamantului nu are deplasări laterale în cursul învîrtirii.

O identificare rapidă a defecțiunilor penetratorului se poate face și prin examinarea formei urmei ; penetratoarele oblic montate vor da urme asimetrice, iar penetratoarele cu vîrf

teşit vor imprima urme cu fundul aplatisat.

Profilele caracteristice ale diamantelor defecte sînt arătate în fig. 6, pentru diamante Rockwell şi Vikers.

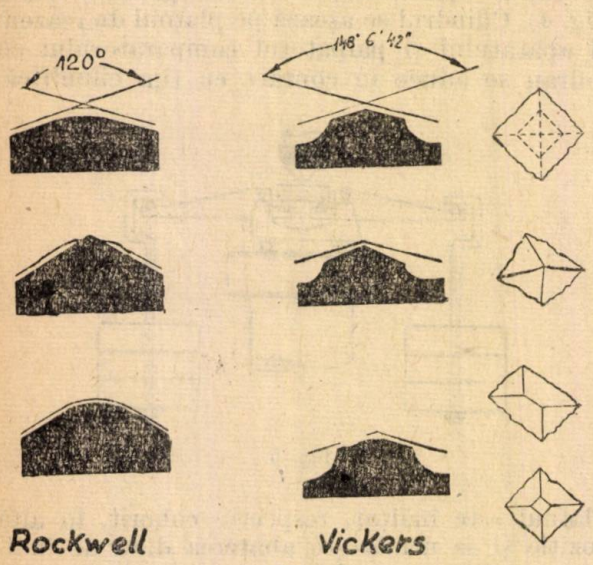


Fig. 6

Dispozitivele optice de măsurare se verifică cu ajutorul unei plăci gradate cu diviziuni de 0,01 mm. La verificare, placa gradată se aşează în faţa obiectivului dispozitivului de măsurare (fig. 7).

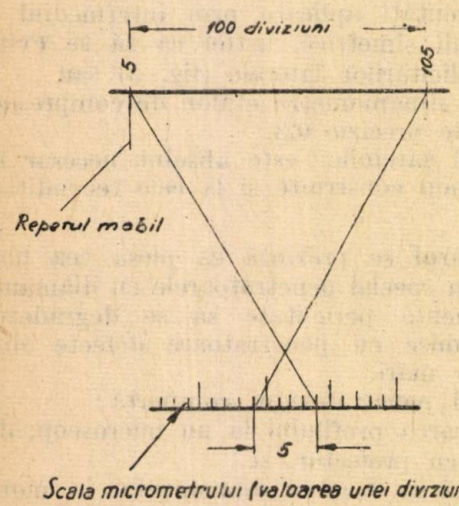


Fig. 7

O importanţă deosebită pentru măsurarea proiecţiei urmelor o are modul de iluminare. Determinarea riguroasă a conturului urmei se obţine la o iluminare oblică.

Verificarea globală a *indicaţiilor* aparatelor de duritate se execută cu ajutorul plăcuţelor etalon de duritate, cu o duritate bine determinată şi de o omogenitate superioară. Această metodă de verificare globală este foarte răspîndită şi constituie de fapt verificarea finală şi decisivă asupra comportării aparatelor. Tendinţa de a limita verificarea doar la această operaţie, împiedică examinarea cauzelor eventualelor erori şi în consecinţă nu permite o orientare asupra măsurilor ce urmează a fi luate în vederea recondiţionării.

Pentru verificare se utilizează plăcuţele etalon cu durităţi cuprinse în limitele indicate în tabela 1. — Erorile de indicaţie admise la măsurările efectuate asupra plăcuţelor, sînt deasemeni menţionate în tabela 1. —

Tabela 1

Metoda	Duritatea plăcuţei			Eroarea admisă după		
				URSS	ISO	DGM
Brinell	$P = 5\ D^2$ 40—80	$P = 10D^2$ 90—180	$P = 30D^2$ 200—350	±3%	±2%	±3%
Vickers	300—450	600—760	—	±3%	±2%	±3%
H_{RC} Rockwell H_{RB} H_{RA}	20—30 40—60 60—90	30—45 80—100 —	60—70 — —	±1 H_R	±2%	±1 H_R

Verificarea cu plăcuţe etalon se execută prin efectuarea unui număr de 5 urme pe plăcuţă. Durităţile determinate pe baza acestor urme trebuie să se încadreze în limitele admise pentru fiecare determinare în parte.

Recomandările ISO/TC 17-66F-1953 indică condiţii diferite de apreciere a verificării. Eroarea de indicaţie se raportează la media aritmetică a valorilor de duritate determinate. O condiţie suplimentară, absolut necesară pentru îngrădirea dispersiei valorilor, se referă la limitarea abaterii dintre dimensiunile externe ale urmelor măsurate — valoarea minimă şi valoarea maximă — la 2% din dimensiunea minimă.

Condiţiile acceptate de instrucţiunile D.G.M. ca toate valorile durităţilor determinate să se încadreze în limitele plăcuţei etalon, nu mai necesită introducerea acestor limite pentru dispersia valorilor. Metoda apare mai operativă şi suficient de exigentă, eliminînd calculele suplimentare. De altfel acest mod de control este împămîntenit şi este acceptat în cele mai multe ţări.

In afară de aceste operaţii de verificare a aparatului, pentru asigurarea bunei funcţionări se impune şi un control riguros a *condiţiilor de montare şi instalare*. Faptul că această cerinţă nu este respectată în general în industrie, impune ca ea să se urmărească în deaproape, dîndu-se îndrumări precise.

In general, aparatele fixe trebuie montate pe cît posibil pe cîte o fundaţie separată, iar aparatele portabile se aşează pe mese solide. Aparatele se instalează în încăperi uscate, ferite de trepidaţii, variaţii de temperatură, gaze şi praf. Montarea trebuie să asigure orizontalitatea platoului de reazim, controlată cu o nivelă de apă.

Piesele metalice exterioare trebuie să fie acoperite cu un strat subţire de vaselină neutră, în toate perioadele de neutilizare.

La punerea în funcţiune a aparatelor, care au fost în prealabil unse, trebuie acordată o mare atenţie îndepărtării stratului de ulei. Prezenţa unui film de ulei între piese şi platoul de reazim, sau pe filetul şurubului de ridicare, provoacă măsurări eronate la aparatele Rockwell. La aceste aparate comprimarea şi expulzarea uleiului se repercutează printr-o majorare fictivă a adîncimii urmei.

In cadrul verificării se mai impune şi examinarea dosarului aparatului, pentru a avea o orientare asupra comportării sale în timp, între diferitele verificări. Ţinerea unui dosar care să cuprindă documentaţia de fabricaţie, instrucţiunile de utilizare, buletinele de verificare, evidenţa reparaţiilor şi lista accesoriilor, permite organelor de verificare să se informeze asupra funcţionării aparatului şi să depisteze imediat sursele de erori (piese inlocuite, montaj necorespunzător, lipsă de piese).

* * *

Pe baza consideraţiilor expuse, s-a trecut la elaborarea instrucţiunilor de verificare a aparatelor de încercare a durităţii. Verificarea este acceptată ca un complex de operaţii care să urmărească fiecare factor susceptibil de a provoca erori de măsurare, dînd totodată şi indicaţii asupra cauzelor funcţionării necorespunzătoare. Complexitatea redactării instrucţiunilor romîneşti faţă de alte instrucţiuni de verificare străine rezultă din tabela comparativă (tabela 2). In această tabelă se indică prevederile instrucţiunilor de verificare ale Comitetului pentru Măsuri şi Aparate de Măsurat din U.R.S.S. şi propunerile de recomandare ISO/TC-66F-1953.

Prin publicarea acestor instrucţiuni ample se consideră că se acordă un sprijin industriei la menţinerea în bune condiţii a aparatelor de încercare a durităţii, prin indicarea criteriilor de verificare. Efectuarea unui control riguros şi permanent al aparatelor, pe baza instrucţiunilor de verificare, permite indentificarea din timp a defecţiunilor şi evită măsurări eronate. Verificarea continuă a aparatelor constituie chezăşia eficacităţii controlului calităţii produselor pe baza măsurărilor de duritate.

Tabela 2.

VERIFICĂRI CE SE EXECUTĂ LA APARATELE DE INCERCAREA DURITĂŢII.

Nr. crt.	Obiectul verificării	Condiţia cerută	Verificarea se execută cu :	Prevăzută de		
				URSS	ISO	DGM
1	Construcţia aparatului	rigiditatea	observarea deformaţiilor sub sarcină	–	–	+
2	Dispozitivul de aşezare a piesei	planitatea	riglă de control	–	–	+
		perpendicularitatea	dispozitiv de control	–	–	+
3	Dispozitivul de producere a sarcinii	justaţea sarcinilor ± 1%	greutăţi cu pîrghii, dinamometru 0,3	+	+	+
		timpul de menţinere	cronometru	+	+	+
4	Penetratorul	profilul montura	micrometru ptr. bile	+	+	+
			microscop ptr. diamante	–	–	+
5	Dispozitivul de măsurare a urmei	justeţea măsurătorilor	placă micrometrică	+	–	+
6	Indicaţiile aparatului	erori globale tolerate	plăci etalon	+	+	+
7	Montarea şi instalarea	amplasarea	control	–	–	+
		orizontalitatea platoului	nivelă cu apă	+	–	+
		dosarul apararullui	control	–	–	+

Observaţie :

semnul + înseamnă că verificarea respectivă este prevăzută

semnul – înseamnă că verificarea nu este prevăzută.

Măsurarea radiațiilor infraroșii

Ing. A. BERMAN și Ing. A. ROTH
Laureat al Premiului de Stat.

В статье даются общие установки по измерению инфракрасных излучений. Описываются и рассматриваются различные применяемые с этой целью методы и приборы.

★

On expose les principes de la mesure des radiations infrarouges et on décrit les différentes méthodes et instruments utilisés à cet effet.

Radiațiile infraroșii denumite deseori și radiații calorice sau termice, sînt de natură electromagnetică. Punerea lor în evidență și măsurarea lor se face prin efectele pe care le produc asupra corpurilor.

Efectul cel mai cunoscut și cel care a fost cercetat cel mai amănunțit este capacitatea acestor radiații de a se transforma în căldură în urma absorbirii lor de către corpuri. Mijloacele de măsurare bazate pe acest efect alcătuiesc grupa receptorilor termici mai importanți în tehnica măsurării radiațiillor infraroșii.

O proprietate a radiațiilor infraroșii folosită în măsurări, limitată însă la domeniul lungimilor de undă mai mici de 6 μ este cea de a provoca efectul fotoelectric.

Pînă la lungimi de undă de 1,7 μ, radiațiile infraroșii pot fi puse în evidență prin folosirea acțiunii acestora de a stinge fosforescența anumitor substanțe, iar pînă la lungimi de undă de 1,4 μ, ele pot fi puse în evidență de plăcile fotografice sensibilizate în prealabil.

Clasificarea receptorilor pentru radiații infraroșii poate fi făcută din diferite puncte de vedere după selectivitatea sau sensibilitatea lor.

A. RECEPTORI NESELECTIVI

Receptori termici. Măsurarea radiațiilor infraroșii cu *receptori termici* se face prin absorbția și transformarea în căldură a radiațiilor incidente asupra unui corp. Căldura născută în receptor se măsoară prin transformarea la rîndul ei în curent electric, iar măsurarea curentului variază după tipul receptorului.

Diferența de temperatură dintre receptorul încălzit prin radiațiile infraroșii și mediul ambiant poate fi măsurată cu atît mai ușor cu cît este mai mare. Diferența de temperatură produsă — pentru o energie radiantă dată — este cu atît mai mare cu cît receptorul se apropie mai mult de un *corp negru* ideal. Pentru aceasta receptorii se înegresc. Negrul de fum amestecat cu o soluție de shellac în alcool poate constitui un mijloc destul de simplu și de eficace pentru înegrirea receptorilor. Grosimea stratului ce se depune pe receptori trebuie astfel aleasă, încît radiațiile să fie complet absorbite, fără a produce însă pierderi importante în exterior. Acest sistem de înegrire este eficace numai pentru domeniul lungimilor de undă mici — mijlocii. Astfel negrul de fum de terebentină are între 6 și 12 μ o absorbție ce scade cu creșterea lungimii de undă. Acest inconvenient poate fi remediat adăugînd negrului de fum silicat de sodiu în raportul 2 : 1. In domeniul radiațiilor infraroșii cu lungimi de undă scurte, negrul de terebentină poate fi înlocuit cu negru de platin iar în cel al lungimilor de undă foarte scurte, cu sticlă pulverizată.

O altă posibilitate pentru înegrirea receptorilor termici o constituie peliculele metalice obținute prin evaporarea în vid a metalului respectiv. Spre deosebire de condițiile obținerii oglinzilor metalice în vid presiunea la care se obțin aceste pelicule în atmosferă de azot este de aproximativ 1 torr. In aceste condiții iau naștere straturi de culoare cenușie pînă la „negru catifea" după grosimea stratului. Fig. 1 arată transmisia unor straturi metalice obținute prin metoda evaporării în vid. Grosimea de strat de Se, Te, Bi sau Zn a fost astfel aleasă încît la toate metalele transmisia să se facă la același interval de lungimi de undă.

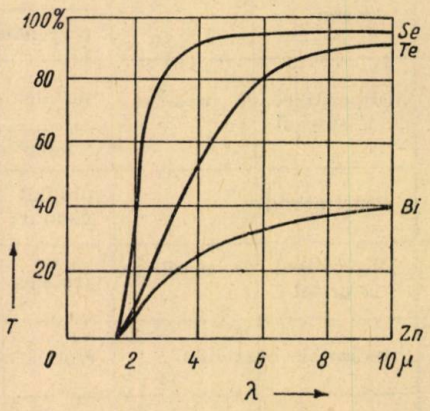


Fig. 1

Transimisia stratelor negre de metal depuse în vid

In tehnica modernă pentru construcția bolometrelor mari, lipsite de inerție, s-a renunțat la mijloacele de înnegrire prin evaporare în vid, folosindu-se pentru aceasta absorbția proprie a stratelor metalice foarte subțiri din care este constituit bolometrul.

Ridicarea temperaturii receptorului — datorită absorbției energiei radiațiilor infraroșii — va fi cu atît mai mare cu cît capacitatea lui calorică este mai mică și cu cît sînt mai reduse pierderile de căldură. Capacitatea calorică a receptorului depinde în primul rînd de căldura specifică a materialului din care este confecționat și în al doilea rînd de masa de încălzit.; cu cît acești doi parametri sînt mai mici, cu atît receptorul este mai sensibil. Din aceste considerente apare necesitatea ca masa de înegrire să nu fie prea mare.

Pierderile de căldură ale receptorului se produc prin:

a. reradierea energiei absorbite în mediul înconjurător, mai rece;

b. conductibilitatea termică în materialul receptorului;

c. convecție de căldură spre mediul înconjurător;

d. transformarea căldurii în energia necesară punerii în funcțiune a aparatului de măsurat.

Reradierea de căldură constituie de regulă o pierdere neînsemnată din cauza diferențelor mici de temperatură dintre receptor și mediul ambiant. In cazul receptorilor cu suprafețe mari, aceste pierderi inevitabile sînt importante și trebuie să fie luate în considerație.

Conductibilitatea termică în interiorul materialului depinde de natura acestuia, de gradientul de temperatură și de dimensiunile particulelor ce conduc căldura. Ea este cu atît mai mică cu cît receptorul și componentele lui au o construcție mai fină.

Convecția de căldură depinde de forma și dimensiunile receptorului, iar în cazul cînd reprezintă ponderea cea mai mare de pierderi, convecția poate fi evitată plasînd receptorul în interiorul unei incinte etanșe, evacuată de aer (vid înaintat).

Pierderile prin transformarea căldurii în energia necesară punerii în funcțiune a aparatului de măsurat — pierderi de neevitat — pot fi micșorate prin întrebuințarea de aparate cît mai fine.

Pentru evitarea sau micșorarea apreciabilă a pierderilor prin reradiere, conductibilitate termică sau convecție, receptorii se construiesc cît mai mici ca suprafață și masă. Dacă se ține seama și de inerția receptorului — înțelegînd prin aceasta timpul în care se stabilește echilibrul între producerea energiei prin absorbție și pierderea ei prin diferitele posibilități arătate mai sus — stare de echilibru ce este apoi comunicată instrumentelor de măsurat—rezultă că receptorii nu pot fi construiți cu o inerție redusă și în același timp cu o sensibilitate mare.

Este important de menționat că variația temperaturii mediului înconjurător poate influența sensibil efectul de măsurat. Atît timp cît schimbarea temperaturii mediului ambiant nu este prea mare și variază continuu, — lucru ce se poate face remarcat printr-o schimbare în trepte egale a nivelului aparatului de măsurat ea poate fi luată în considerație fie prin calcul, fie prin anumite precauții de citire. Schimbările bruște de temperatură ale mediului ambiant trebuie să fie evitate sau compensate printr-un montaj diferențial. Pentru aceasta se întrebuințează totdeauna două receptoare cît se poate de identice așezate unul lîngă altul, care la schimbarea temperaturii ambiante, se compensează în același timp și cu aceiași intensitate datorită conectării lor. Radiația de măsurat nu este transformată decît de unul din receptori.

Configurația generală a receptorilor de radiații trebuie să fie astfel realizată, încît să se obțină un randament optim în transformarea energiei radiației iar suprafața receptorului trebuie să corespundă celei pe care se va concentra radiația.

Aparatele de măsurat conectate cu receptorii termici trebuie să aibe dispozitive de blocaj și să fie așezate cît mai departe de locurile cu vibrații, trepidații, etc.

Termoelemente. Măsurarea temperaturii pe cale electrică se poate face cu ajutorul termoelementelor, înțelegînd prin aceasta o legătură între două metale diferite alcătuind un circuit electric astfel încît un loc de legătură denumită impropriu „sudura rece" să rămînă la temperatură constantă — cunoscută — iar celălalt — sudura caldă — să fie așezat în locul în care trebuie măsurată temperatura. Din cauza diferenței de temperatură dintre cele două locuri de legătură ia naștere un curent „termoelectric" a cărui intensitate este funcție de combinația de metale

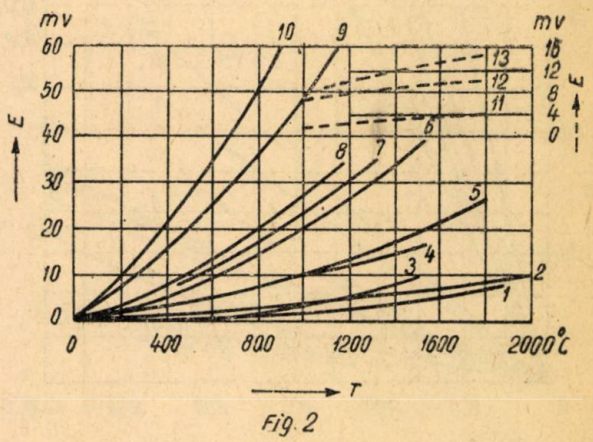


Fig. 2

Forțele termoelectrice ale unor termoelemente din metale rare în funcție de temperatura (T) a sudurii calde; sudura rece la 0°C.

folosite și de rezistența circuitului. Caracteristica unui termoelement este tensiunea produsă la capetele libere ale circuitului prin care circulă curentul atunci cînd între cele două suduri există o diferență de temperatură.

BUDAPESTI MŰSZAKI KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1848

La măsurarea diferenţelor de temperatură mici iau naştere forţe electromotrice mici care trebuie să fie măsurate cu galvanometre foarte

Tabela 1.

Metalul I	Metalul 2	Figura	Curba
Ir	Ir Rh(40/60)	2	2
Ir Ru (90/10)	Ir	2	11
Ir Ru (90/10)	Ir Rh (90/10)	2	12
Ir Ru (90/10)	Ir Rh (40/60)	2	13
Pt	Pt Rh (90/10)	2	4
Pt Rh (90/10)	Rh	2	3
Pt	Pt Re (92/8)	2	8
Rh	Pt Re (92/8)	2	5
Rh	Rh Re (92/8)	2	1
Pt	Pt Re Rh (element H_1)	2	6–7
Au Pt	Pt Rh (Ir)	2	9
Constantan	Ag	3	8
Constantan	Cu	3	3
Constantan	Fe	3	7
Constantan	Ni Cr (87/5]12,5)	3	9
Ni	C	3	2
Ni	Fe	3	1
Ni	Ni Cr (87,5/12,5)	3	4
Ni	Ni Cr (internaţ.)	3	5
Ni (50/10)	Ni Mo (84/16)	3	10
Ni Cr Fe (89/10/1	Ni Al Si Mn (94/2 1/2)	3	6 Cromel Alumel
C	SiC (Silit)	3	11
Bismut	Ag	3	12
Bi	Sb	3	13
Bi Sn(95/5)	Bi Sb(97/3)	3	14
Constantan	Te (β)	3	15

sensibile. Acest inconvenient poate fi ameliorat folosind combinaţii de metale care produc forţe electromotrice mai mari şi circuite cu rezistenţe mici. Figurile 2 şi 3 şi tabela 1 arată forţele

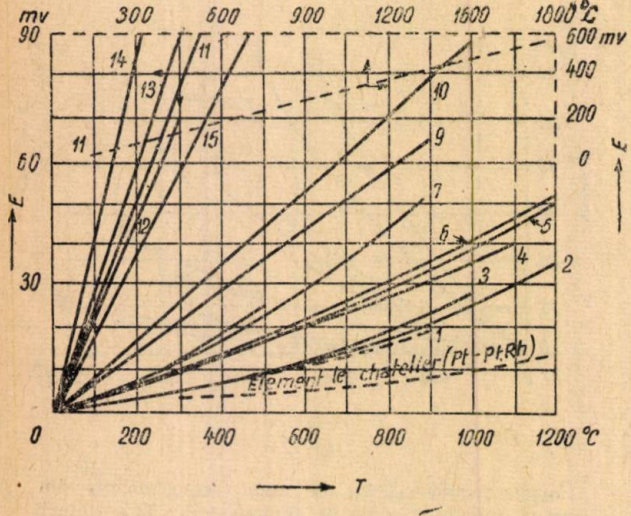


Fig. 3

Forţele termoelectrice ale unor termoelemente din metale comune în funcţie de temperatură.

termoelectrice ale termoelementelor mai des folosite, iar fig. 4 schema unui termoelement (a) şi a unei serii (baterii) de termoelemente (b).

In fig. 4 a şi b sînt cele două metale notate în tabela 1 metalul 1 respectiv 2 (metalul 1 este polul negativ în circuitul exterior). Intre ele se află locul de sudură L iradiat, locurile de sudură 1 nefiind iradiate. Locurile iradiate conţin ca receptori E foiţe de argint foarte subţiri lipite pe sudura celor două sîrme. Locurile ce nu trebuie să fie iradiate sînt apărate de ecrane

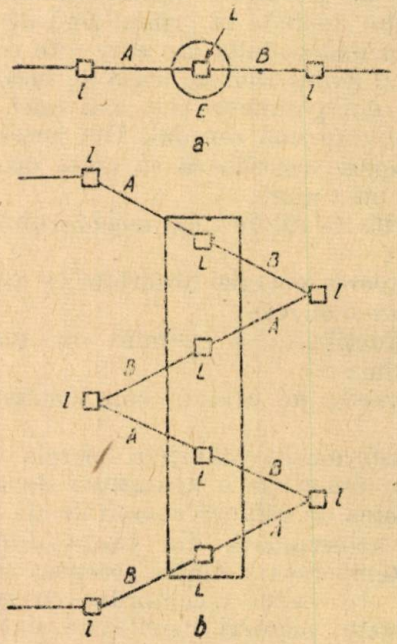


Fig. 4

Schema unui termoelement (*a*) şi a unei serii de termoelemente (*b*)

adecvate. Pentru a obţine o mărire a sensibilităţii se cuplează mai multe astfel de termoelemente (fig. 4 b). In acest ultim caz cînd numărul mare de suduri calde poate fi adus de radiaţie la aceiaşi temperatură, se obţine o forţă termoelectrică proporţională cu numărul termoelementelor.

Pentru mărirea sensibilităţii, termoelementele se aşează într-o incintă cu vid.

Un termoelement sau o serie de termoelemente raţional construită, trebuie să îndeplinească condiţia ca pierderile prin radiaţie să fie egale cu cele prin conductibilitate termică interioară iar raportul dintre conductibilitatea termică în interiorul metalului şi rezistenţa electrică a acestuia să fie egal pentru cele două metale componente ale termoelementului.

Galvanometrele întrebuinţate în circuitul de măsurare trebuie să îndeplinească şi ele anumite condiţii. Astfel rezistenţa lor interioară trebuie să fie aproximativ egală cu cea a termoelementului, rezistenţa globală a instalaţiei trebuie să fie astfel încît condiţia de oscilaţie a galvanometrului să fie aproximativ critic aperiodică, iar timpul de stabilire al deviaţiei şi durata de oscilaţie proprie a galvanometrului să fie egale.

Microradiometre. Termoelementele şi galvanometrul aferent prezintă dezavantajul că alcătuiesc elemente separate, legarea fără anumite precauţii putînd să introducă erori grave de măsurare. In cazul microradiometrului, termoelementul şi galvanometrul alcătuiesc o singură unitate. El este alcătuit (fig. 5) dintr-un singur termoelement cu o sudură în T care este expusă radiaţiilor.

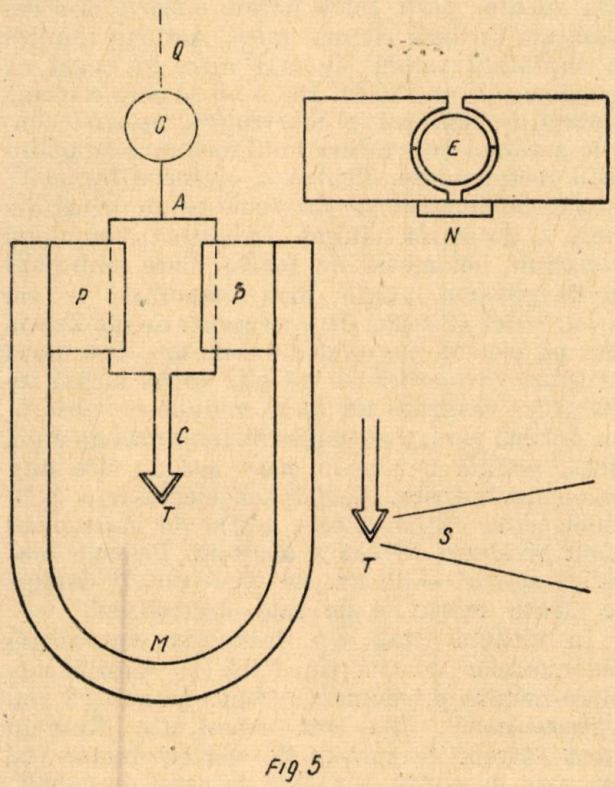


Fig 5

Schema microradiometrului.

Drept combinaţie de metale s-au ales la microradiometre aliajele Bi Sn (95/5) şi Bi Sb (97/3). Sîrmele sau benzile din care este alcătuit termoelementul se aleg destul de groase sau late pentruca termoelementul să aibă o rezistenţă electrică scăzută. Ele sînt sudate la capetele unei sîrme de cupru C (aproximativ 0,3 mm diam) îndoită după un profil rectangular. Cadrul astfel constituit este introdus între piesele polare P ale unui magnet permanent M, întocmit ca şi echipajul mobil al unui galvanometru, centrul pieselor polare fiind ocupat de un miez de fier E. Cadrul rectangular de cupru este suspendat de o sîrmă subţire de aluminiu A pe care este fixată oglinda O pentru citirea deviaţiilor cadrului. La capăt sîrma de aluminiu este suspendată de un fir de cuarţ Q avînd un diametru de cîţiva microni şi o lungime de 5—8 mm.

Radiaţia este concentrată pe locul de sudură T al termoelementului cu ajutorul unui con S. Ca urmare a rezistenţei reduse a termoelementului (sub 0, 1 Ω), curentul care ia naştere este relativ mare. Prin influenţa reciprocă a curentului ce circulă prin cadrul şi cîmpul magnetic al magnetului, cadrul este supus unui cuplu de rotaţie, unghiul de rotire fiind proporţional — pentru rotaţii nu prea mari — cu energia radiată.

In spaţiul liber dintre piesele polare şi miez, cîmpul magnetului M poate fi reglat cu ajutorul şuntului N astfel încît amortizarea sistemului oscilant să fie critic aperiodică.

Plasarea aparatului într-o incintă evacuată de aer nu prezintă un interes deosebit deoarece pierderile prin convecţie joacă un rol secundar faţă de cele prin conductibilitate termică în interiorul termoelementului. Este necesar a plasa însă instrumentul sub un clopot de sticlă etanş pentru a-l proteja de schimbările rapide de presiune ale aerului, ce iau naştere din cauza variaţiei temperaturei pe locul de sudură al termocuplului.

Construcţia microradiometrelor extrem de sensibile este tehnic relativ uşoară; cu cît însă instrumentul este mai sensibil, în aceiaşi măsură inerţia lui creşte. Timpul de stabilire al deviaţiei este de 10 secunde sau chiar mai mult.

Microradiometrul este recomandat pentru măsurători unice nu numai pentru robusteţea sa, ci şi pentru faptul că nu mai are nevoie de instrumente anexă pentru măsură. Pentru măsurători multiple nu este recomandabil, întrucît din cauza timpului de stabilire al deviaţiei, timpul între 2 măsurători trebuie să fie foarte mare.

Dat fiind că tot ansamblul — termoelement galvanometru — constituie o singură unitate, (se introduc erori grave în cazul cînd fascicolul de radiaţii nu este axial faţă de termoelement) punerea la punct a microradiometrului şi citirea deviaţiilor trebuie făcută cu aceleaşi precauţiuni ca la un galvanometru foarte sensibil.

Radiometre. Radiometrele sînt aparate a căror funcţionare este bazată pe efectul cinetic al gazului: o placă subţire ale cărei feţe au temperaturi diferite este supusă — într-o incintă cu un gaz la presiune redusă — unei forţe, numită radiometrică, ce depinde de diferenţa de temperatură a celor două feţe, de forma lor şi de presiunea gazului în care se găseşte placa. Pentru radiometrele obişnuite presiunile variază de la cîteva sutimi pînă la cîteva zecimi de mm coloană de mercur.

Ca instrument pentru măsurarea radiaţiilor infraroşii, radiometrul este alcătuit din două palete, dintre care numai una este iradiată, în timp ce cealaltă este ferită de radiaţii, fiind necesară numai pentru echilibrarea echipajului mobil. In loc de suspensie pe un ax care introduce frecări apreciabile, sistemul de palete P_1P_2 se suspendă în mod asemenător ca la microradiometru prin intermediul unei sîrme subţiri de aluminiu (A) cu suport pentru oglindă (O) şi a unui fir de cuarţ (Q) (fig. 6).

Pentru măsurarea radiaţiilor incidente se foloseşte numai deviaţia din starea de repaus a paletei radiometrului, în care caz se observă numai unghiul de deviaţie pentru care mo-

mentul de rotație al forței radiometrice este egal cu momentul antagonist al suspensiei.

Paletele radiometrului sînt construite dintr-un material rău conducător de căldură pentru a se putea menține o mare diferență de temperatură între cele două fețe ale paletei iradiate. In mod obișnuit pentru acest scop se întrebuințează foițe de mică, fața ce primește radiațiile de măsurat fiind înnegrită. Intrucît pentru obținerea efectului radiometric este necesară o cădere de temperatură de la centrul paletei către marginile ei, se impune ca radiațiile să fie concentrate în centrul acesteia.

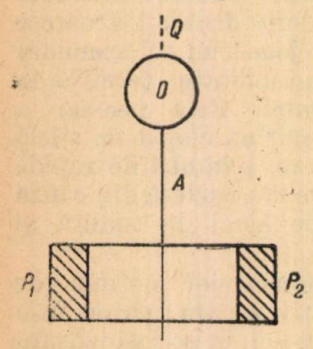


Fig. 6

Schema unui radiometru

Radiometrul este un receptor de radiații cu inerție destul de mare, timpul de stabilire al deviației fiind de același ordin de mărime cu cel al microradiometrelor. Timpul de stabilire al deviației și amortizarea, depind de presiune, micșorîndu-se odată cu scăderea acesteia. Pentru mărirea sensibilității, se așează în fața paletei pe care se primesc radiațiile la o distanță mai mică de 1 mm de acesta, o altă paletă care să transmită radiațiile, creindu-se în acest fel un mijloc eficace pentru amortizare.

Măsurătorile cu ajutorul radiometrului a radiațiilor infraroșii au putut fi extinse pînă în domeniul lungimilor de undă între 700—800 μ. Radiometrul nu este un instrument folosit în industrie.

Bolometre. Bolometrele sînt aparate pentru măsurarea temperaturii bazate pe variația rezistenței unui conductor electric cu temperatura; aprecierea rezistenței se face într-o punte Wheatstone. Drept conductor a cărui rezistență să varieze cu temperatura se întrebuințează o fîșie îngustă de tablă, cel mai adesea din platin înnegrit. Puntea este în așa fel echilibrată încît atunci cînd bolometrul nu este iradiat, prin galvanometrul din diagonala punții să nu circule nici un curent. La iradiere, în urma energiei absorbite, bolometrul își schimbă rezistența și prin galvanometru trece un curent proporțional cu încălzirea produsă de iradiere.

Pentru precizia măsurărilor, cele 4 rezistențe ale punții se grupează două cîte două, așezîndus-se cît mai aproape unele de altele, astfel încît variațiile de temperatură ale mediului ambiant să influențeze în mod egal brațele punții și să nu strice echilibrul acesteia. Trebuie să se ia măsurile de precauție pentru a se asigura constanța bateriei de alimentare a punții în timpul măsurătorilor.

La alegerea materialelor pentru construcția bolometrului, trebuie să se țină seama că atît rezistența electrică cît și coeficientul de temperatură al acestuia trebuie să fie cît mai mari deoarece schimbarea rezistenței electrice este proporțională cu variațiile de temperatură. Ridicarea temperaturii produsă de o anumită radiație calorică incidentă este funcție de mărimea părții absorbită de suprafață, de calitatea acesteia și de capacitatea termică a bolometrului. Porțiunea de suprafață iradiată trebuie să fie pe cît posibil neagră, iar bolometrul să aibe peste tot o putere emisivă și o capacitate termică cît mai mică. Aceasta implică o suprafață totală cît mai mare și benzi de grosime cît mai mică. Dacă nu se cere o formă liniară, bolometrul se construiește așezînd benzile acestuia sub forma unui meandru cu ondulații rectangulare. Pentru a obține o formă liniară, bolometrul se construiește cu benzi reduse la grosimea minimă. In ultimul timp s-au construit bolometre de foarte mare suprafață și de grosime redusă, prin evaporarea în vid a metalelor (Sb sau Bi) pe suporți de lac Zapon sau pe pelicule de oxid de aluminiu. Presiunea necesară evaporării în vid este astfel aleasă încît să se realizeze un strat metalic cu absorbție optimă pentru radiațiile de lungimea de undă dată, nefiind nevoie în acest caz de alte mijloace de înegrire. Rezistența electrică a peliculei astfel obținută este destul de mare, dată fiind grosimea redusă a acesteia. Pelicule metalice subțiri — de ex. de Ni — pot fi depuse în strate subțiri și pe cale electrolitică.

In ultimul timp s-a dezvoltat construcția bolometrelor cu inerție mică și sensibilitate mare numite și bolometre semiconductoare sau „*Thermistori*". Ele sînt constituite dintr-un strat extrem de subțire de semiconductor (de ex. oxid de cupru, amestec de oxizi de cobalt, nichel și mangan) depus pe un suport izolator de grosime redusă (ex. foiță de oxid de aluminiu). Se obțin prin acest procedeu bolometre a căror rezistență elctrică este de cîteva milioane de ohmi, ceea ce permite cuplarea lor directă la grila lămpilor amplificatoare. Datorită faptului că au o constantă de timp mică (1/1000 s) acest tip de bolometre poate fi întrebuințat cu succes în metodele de iradiere alternativă.

Trebuie amintite și bolometrele de „supraconductibilitate" care se bazează pe principiul variației rezistenței electrice a metalelor sau aliajelor în apropierea punctului zero absolut.

Sensibilitatea măsurărilor poate fi mărită prin punerea în paralel a mai multor benzi de bolometru și prin închiderea lor în vid. Se exclud astfel, pe lîngă pierderile prin convecție, influențele nefavorabile produse de masele de aer încălzite de benzile bolometrului. Cele două izvoare de erori sînt mai accentuate la bolometre decît la alți receptori, deoarece benzile bolometrelor fiind străbătute — chiar în stare de repaus a punții — de curentu[1] de mers în gol, ele sînt în permanență încălzite. Maximul de sensibilitate al bolometrului este funcție de curentul lui de repaus (care trebuie

să fie cît mai mic) și de presiunea în recipientul în care se găsește (se recomandă presiuni de 10^{-2} la 10^{-4} torr).

Receptori pneumatici. In afară de receptorii termici, s-a dezvoltat în ultimul timp o grupă de receptori pneumatici care folosesc principiul termometrului cu gaz. Energia radiațiilor absorbită și transformată în căldură este măsurată prin dilatarea unui gaz închis într-un anumit volum. Modul de măsurare al dilatării gazului diferă după construcția aparatului. Ca principiu, un astfel de receptor este construit dintr-o manta cu un perete flexibil metalizat pe una din fețe; în apropierea feței metalizate se găsește o foiță metalizată, astfel încît ansamblul acestor două pelicule de metal să formeze un condensator. Dacă presiunea gazului din incintă variază, peretele flexibil se bombează mai mult sau mai puțin, determinînd în acest fel o variație a capacității condensatorului, ce poate fi măsurată printr-o metodă de măsurare simplă.

Receptorii pneumatici sînt *selectivi*, adică nu pot fi făcuți activi decît pentru anumite lungimi de undă; cînd incinta în care se află gazul este însă înegrită, receptorii devin neselectivi. Pentru a limita selectivitatea receptorilor pneumatici, gazele de umplere se aleg astfel încît să absoarbă radiațiile pe o bandă îngustă de lungimi de undă (de ex. CO_2 pentru lungimile de undă de la 2,72 la 4,25 μ sau CO pentru lungimile de undă 2,37 la 4,66 μ).

O caracteristică importantă a receptorilor pneumatici care a permis utilizarea lor pe scară mai largă este posibilitatea de a fi construiți cu o inerție foarte redusă. Pentru a ajunge la starea de echilibru ei au nevoie numai de fracțiuni de secundă, ceea ce permite întrebuințarea lor în metodele de iradiere alternativă.

Evaporografie. Una dintre metodele particulare care nu e o metodă de măsurare propriu zisă, dar care are posibilități mari de punere în evidență a radiațiilor infraroșii o constituie *evaporografia*: o peliculă de naftalină este înegrită pe una din fețe și așezată în drumul fascicolului de radiații infraroșii astfel încît radiațiile incidente să fie recepționate pe partea neagră. In locurile încălzite naftalina sublimează și se depune pe locurile mai reci. Plasînd pelicula de naftalină înnegrită în interiorul unei incinte etanșe se evită influență nefavorabilă a radiațiilor din mediul înconjurător. Acest sistem de măsurare a fost perfecționat întrebuințîndu-se drept suport pentru pelicula sensibilă un strat de lac Zapon de grosime atît de mică (sub 0,1 μ), încît să nu arate nici o culoare de interferență în lumina de zi reflectată. Una din fețele peliculei este înegrită cu un strat negru, metalic, evaporat în vid. Pelicula astfel preparată se plasează într-o incintă de sticlă în interiorul căreia se găsește un vas cu ulei. Se evacuează incinta pînă la presiunea de vapori a uleiului la temperatura ambiantă și printr'o încălzire locală a vasului rezervor de ulei, se depune pe fața înegrită a peliculei un strat de ulei de aproximativ 0,5 μ (apariția unei reflexeii albastre în lumina zilei). Dacă printr-o fereastră practicată în incintă se lasă să treacă radiații infraroșii astfel dirijate încît să cadă pe partea înegrită a peliculei, în locurile încălzite uleiul se evaporează, ceea ce are ca urmare o schimbare a grosimii peliculei. Variații extrem de mici de grosime (0,01 μ) pot fi cu ușurință observate prin schimbarea culorii de interferență.

Inegrirea produsă în aceste condiții poate fi „ștearsă" prin evaporarea totală a stratului de ulei de pe pelicula suport, iradiind-o cu radiațiile produse de o lampă electrică cu incandescență. Apoi pelicula de ulei poate fi întrebuințată din nou. Imaginea poate fi de asemenea fotografiată sau fixată lăsînd aerul să pătrundă în incintă. Trebuie menționat că este neapărat nevoie ca fereastra prin care pătrund radiațiile în incintă să nu absoarbă ea însăși radiații infraroșii. In prezent în loc de lac Zapon se întrebuințează pelicule de celuloză, materiale polimerizate, etc.

Metoda este destul de sensibilă, putîndu-se obține imagini la iradiații cu timp de expunere între fracțiuni de secundă și minute. Ea are avantajul de a cumula ca o placă fotografică; dacă energia radiației este prea mică pentru a forma o imagine într-un timp scurt, expunerea poate fi făcută timp mai lung înregistrîndu-se astfel și radiații mai slabe. Un alt avantaj față de alte metode constă în faptul că spectrul apare dintrodată și nu prin puncte ca la măsurătorile cu aparate. Prin observarea cu ochiul a imaginei produse de radiațiile absorbite, se poate doza corect timpul de iradiere.

In cazul radiațiilor infraroșii nedescompuse spectral, evaporografia dă o imagine fidelă a radiațiilor unui corp — dependentă numai de natura opticei întrebuințate — ceea ce face ca metoda să poată fi întrebuințată pentru aprecierea pierderilor de căldură prin radiații la mașini.

Termocolorografia. Pentru aprecierea temperaturilor în mod rapid, fără pretenții prea mari de precizie, se pot folosi „*termoculorile*", care sînt substanțe chimice anorganice sau organice ce-și schimbă culoarea cu variația de temperatură. La substanțele chimice anorganice pure întrebuințate în acest scop, schimbarea de culoare este o caracteristică a modificării stării alotropice (ex. iodura de mercur și argint trece reversibil la 45°C din galben în roșu; iodura mercurică trece reversibil la 126°C din roșu în galben; iodura de cupru și mercur trece reversibil la 70°C din roșu în cafeniu). La substanțele rezultate din amestecul unor săruri anorganice și substanțe organice, schimbarea de culoare este un rezultat al pierderii apei de cristalizare (ex. clorura de cobalt hexametilentetramin trece la 40°C din roz în

albastru). La aceste amestecuri schimbarea de culoare este ireversibilă.

In mod identic cu evaporografia termocolorografia nu este propriu zis o metodă de măsurare, dar poate fi întrebuințată pentru aprecierea radiațiilor infraroșii de intensitate mare. Pentru aceasta se prepară o placă de sticlă curată, pe una din fețe aplicîndu-se un strat subțire uniform din „termoculoarea" aleasă. După uscare, se aplică peste stratul de termoculoare o peliculă cît mai uniformă de negru de fum. Placa astfel obținută se așează într-un aparat fotografic, cu stratul negru spre lentila aparatului care trebuie să fie din NaCl, AgCl sau alt material care absoarbe cît mai puțin radiațiile infraroșii. Radiațiile lăsate să treacă de lentilă sînt absorbite de stratul de negru de fum unde se transformă în căldură. La rîndul ei aceasta produce virarea culorii depuse pe placa de sticlă. Imaginile obținute prin schimbarea culorii se pot vedea sau fotografia pe fața opusă celei înegrite. In anumite cazuri, cînd intensitatea radiațiilor nu este destul de mare, placa sensibilizată sau întreg dispozitivul de fotografiat se încălzește pînă la o temperatură apropiată celei care produce virarea culorii; în aceste condiții radiațiile absorbite trebuie să încălzească placa de la această temperatură mai departe. Imaginile obținute în acest fel sînt însă lipsite de claritate.

B. RECEPTORI SELECTIVI

Receptori fotoelectrici. Celulele fotoelectrice de toate tipurile transformă energia radiată în energie electrică printr-un proces ce constă în eliberarea electronilor liberi din grupări de atomi sau molecule sub acțiunea radiațiilor incidente; electronii eliberați iau parte la procesul de conducere al curentului. Pentru eliberarea electronilor este necesară o cantitate determinată de energie, așa numită *cuantă de energie*, care este adusă de radiații. Cuanta de energie este proporțională cu frecvența radiațiilor și nu are nici o legătură cu căldura în care s-a transformat energia radiată, căldură independentă de frecvența radiației. Producerea efectului fotoelectric depinde numai de lungimea de undă a radiației iar intensitatea acestui efect depinde de intensitatea radiației.

Lungimea de undă pînă la care mai este posibil un efect fotoelectric este determinată de materialul elementelor de recepție al celulei fotoelectrice. Peste lungimea de undă de 6 μ nu se cunoaște nici un material care să fie activ fotoelectric.

După felul în care sînt eliberați electronii, se deosebește efectul fotoelectric exterior și cel interior. Efectul fotoelectric exterior apare la iradierea metalelor cu o radiație cu lungime de undă scurtă, eliberarea electronilor din metal făcîndu-se în spațiul liber înconjurător; acest efect cere o mare cantitate de cuante de energie. La efectul fotoelectric interior electronii sînt eliberați în interiorul grupării cristaline fără a trece în spațiul liber dinprejur. Fiecare din aceste efecte conduce, prin utilizarea lui, la aparate de construcții principial diferite după cum sînt bazate pe efectul fotoelectric exterior, (celule fotoelectrice) sau cel interior (fotorezistente și fotoelementele).

Celule fotoelectrice. Principial, eliberarea electronilor în urma radiațiilor incidente absorbite este posibilă la orice metal. Celulele fotoelectrice tehnice folosesc un număr restrîns de metale , cele mai întrebuințate fiind metalele alcaline. Celulele fotoelectrice constau dintr-o incintă de sticlă sau de cuarț, etanșă, evacuată de aer la o presiune foarte scăzută, sau apoi umplută cu un gaz inert. Pe o porțiune a peretelui interior al incintei se află depusă pelicula activă fotoelectrică. In fața ei, în axul incintei, se află al doilea electrod alcătuit dintr-o placă de sîrmă (grilă) metalică sau dintr-o sîrmă profilată după o anumită formă (cerc, dreptunghi). La punerea în funcțiune se cuplează o tensiune continuă (circa 100 V) între stratul fotosensibil ce alcătuiește un electrod și electrodul central. Tensiunea se leagă astfel încît stratul fotosensibil să aibe polaritate negativă. Electronii eliberați pe cale fotoelectrică dau naștere unui curent ce poate fi măsurat în exteriorul celulei cu ajutorul unui galvanometru foarte sensibil.

La celulele fotoelectrice umplute cu gaz inert, tensiunea aplicată între cei doi electrozi (tensiunea de serviciu) trebuie să fie destul de mică pentru a nu permite descărcări sub formă de arc electric între electrozi.

Straturile fotosensibile cel mai des întîlnite sînt alcătuite din metale alcaline hidrurate. Maximul sensibilității lor se găsește în domeniul ultraviolet sau vizibil. Fig. 7 prezintă sensibilitatea spectrală relativă a diverselor celule fotoelectrice în domeniul infraroșu.

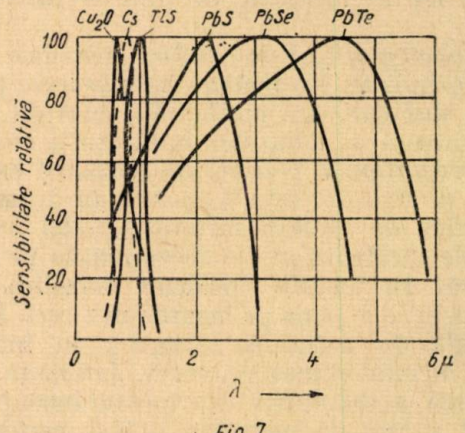


Fig. 7

Sensibilitatea spectrală relativă a diverselor celule fotoelectrice în domeniul infraroșu.

In domeniul radiațiilor roșii și infraroșii se întrebuințează celule fotoelectrice cu straturi fotosensibile alcătuite din metale alcaline hidru-

rate la suprafață, sau cu straturi multiple suprapuse de Ag, CsO și Cs.

Fotorezistențe. Spre deosebire de celulele fotoelectrice cu efect exterior, la fotorezistențe se întrebuințează *semiconductori.* Cele mai sensibile combinații de semiconductori întrebuințate pentru construcția fotorezistențelor, sînt TlS, PbS, PbSe și PbTe. Fotorezistențele se realizează printr-un proces de formare al semiconductorilor. Aplicînd o tensiune între cele două fețe ale semiconductorului, ia naștere un curent care străbate circuitul electric exterior. Prin iradiere intensitatea acestui curent crește ca urmare a electronilor eliberați, datorită micșorării rezistenței electrice a stratului semiconductor.

Rezistența electrică internă a semiconductorului este destul de mare, fiind de ordinul 10^6 ohmi. Sensibilitatea spectrală a acestor materiale poate fi văzută în fig. 7. Prin răcirea celulelor la temperatura zăpezii carbonice sau a aerului lichid, se obține o deplasare a lungimilor de undă către valori mai mari, concomitent cu o ridicare a sensibilității.

Celulele cu TlS cunoscute și sub numele de *thalofide* au fost descoperite încă în anul 1917 în timp ce toate celelalte tipuri de fotorezistențe au fost realizate, din punct de vedere tehnic, abia în ultimul timp, deși fotoefectul pe materialele respective se cunoștea de mult.

Fotoelemente. Fotoelementele sînt bazate tot pe semiconductori, deosebindu-se de fotorezistențe prin rezistența lor interioară mică (20 — 100 ohmi). Ele prezintă particularitatea că nu necesită o sursă exterioară de curent. La iradiere ia naștere o diferență de potențial între electrozii fotoelementului.

Cele mai curente sînt fotoelementele cu strat de baraj, caracterizate printr-un strat izolator foarte subțire, plasat între semiconductor și electrod. Un tip cunoscut de astfel de fotoelement este cel cu seleniu care are un domeniu de sensibilitate cuprins în întregime în domeniul vizibil. Fotoelementele cu Cu_2O, a căror sensibilitate este cuprinsă între 0,6 și 1 μ pot fi folosite și în radiații infraroșii.

Intrebuințarea receptorilor fotoelectrici. Celulele fotoelectrice sînt întrebuințate în prezent foarte frecvent mai ales în metodele de iradiere alternativă, urmate de o amplificare a amplitudinilor curenților alternativi rezultați în urma acestor iradieri care presupune că inerția celulelor fotoelectrice este extrem de redusă. Fotorezistentele urmăresc o frecvență de radiație de 10^3Hz fără o scădere prea mare a sensibilității lor. Amplificările puternice datorite caracteristicilor celulei comportă o rezistență foarte mare de ieșire, ceea ce este cazul la celulele fotoelectrice în vid, gaz sau fotorezistențe, care pot lucra direct pe prima grilă a unei lămpi amplificatoare. La fotoelemente este necesară adaptarea unui transformator de ieșire adecvat, la care pierderile trebuie să fie calculate fiind cu atît mai mari cu cît rezistența fotoelementului este mai redusă.

Celulele semiconductoare nu sînt atît de constante ca acelea în vid.

Sensibilitatea receptorilor fotoelectrici este destul de bună, depășind pe cea a receptorilor termici.

Plăcile fotografice. In procedeul fotografic energia radiațiilor se transformă în energie chimică, energia cuantelor transportate de radiații trebuie să fie suficientă pentru reacțiile fotochimice pe care se bazează fotografia. Partea activă a emulsiei fotografice este o halogenură de argint, care la iradiere se descompune — în așa numitul proces fotografic latent — în grăunțe fotosensibile ce se transformă prin developare în înegriri macroscopice. Pentru producerea acestui proces este folosită numai energia cuantelor „purtate" de radiații de lungime de undă destul de scurtă (sub 0,5 μ). Este posibil să se facă și emulsii sensibile pentru radiații de lungime de undă mai mari, fie preparîndu-le special, fie sensibilizîndu-le. Procedeul de sensibilizare constă în adăugarea la emulsie a unui colorant care să absoarbă radiațiile de lungime de undă mai mare și apoi să transmită energia absorbită moleculei de bromură de argint. Sensibilizatorii întrebuințați în prezent pentru domeniul infraroșului aparțin clasei coloranților de polimetin. Pentru aceștia este caracteristic lanțul.

$$— CH = CH — CH = CH —$$

răspîndit printre radicalii aromați. Coloranții cu lanțul cel mai lung preparați pînă acum (cu 9 respectiv 11 carboni în lanț) au maximul de sensibilizare în apropiere de 0,95 respectiv 1,05 μ. Materialul fotografic pentru radiații infraroșii poate fi suprasensibilizat cu băi de amoniac sau carbonat de amoniu, cu respectarea severă a temperaturii băii.

Plăcile fotografice pot fi întrebuințate în infraroșu numai pentru estimații calitative și nu pentru măsurări propriu zise. Din punct de vedere cantitativ apar o serie de complicații — cum ar fi de exemplu reciprocitatea complicată între iradiație și înegrire, care se accentuiează la rîndul ei cu developarea, fixarea, uscarea, etc.

Fosforografia. Fosforografia se bazează pe proprietatea anumitor substanțe de a reemite în timpul iradierii sau după iradiere radiații de aceiași lungime de undă sau de lungime de undă mai mari. Aceste substanțe, numite *fosforescente,* sînt numeroase, cele mai cunoscute fiind sulfura de calciu și sulfura de zinc. Fenomenul de fosforescență poate fi slăbit sau stins de radiațiile infraroșii incidente asupra substanțelor fosforescente.

Pentru a putea folosi acțiunea de „stingere" a fosforescenței ca mijloc de apreciere a radiațiilor infraroșii se depune pulberea fosforescentă cu ajutorul unui liant pe o placă de sticlă și apoi se excită această pulbere cu o

radiație de lungime de undă scurtă. Se expune după aceasta, placa astfel preparată, radiațiilor infraroșii timp de cîteva minute. In locurile în care iradierea infraroșie este puternică fosforescența poate fi stinsă complet, spre deosebire de alte regiuni în care fosforescența este mai mult sau mai puțin redusă. Se pot evidenția în acest fel radiații pînă la o lungime de undă de aproximativ 2 μ. Procedeul este limitat ca sensibilitate și posibilități de aplicație din cauza substanțelor fosforescente a căror posibilități de stingere sînt dependente de lungimea de undă.

Dacă placa de sticlă cu substanță fosforescentă expusă radiațiilor infraroșii se pune în contact cu o placă fotografică care este sensibilă pentru lungimea de undă a luminei emise de substanța fosforescentă, se pot obține negativele imaginilor obținute ca rezultat al iradierii cu infraroșu, după expuneri de ordinul orelor.

Concluzii Metodele de măsurare ale radiațiilor înfraroșii se bazează pe efectele produse de acestea asupra corpurilor. Folosind proprietățile corpurilor de a absorbi radiațiile incidente și de a le transforma în căldură se pot măsura aceste radiații prin transformarea căldurii astfel produse în curent electric. Măsurările neselective efectuate fie cu termoelemente, microradiometre, radiometre, bolometre sau receptori pneumatici — care dau indicații cantitative — fie cu metode de evaporografie sau termocolorografie — care dau indicații calitative — pot fi efectuate într-un domeniu destul de larg de lungimi de undă. Sensibilitatea receptorilor crește în măsura în care radiațiile incidente sînt absorbite integral de receptorul respectiv și transformate în căldură cu pierderi cît mai mici către mediul exterior. Aparatele de măsurat întrebuințate trebuie să aibe de asemenea o sensibilitate ridicată; cu cît însă sensibilitatea receptorului este mai mare, cu atît inerția întregului sistem de măsurare crește, astfel încît metoda va trebui judicios aleasă de la caz la caz.

Măsurările selective se bazează pe acțiunea cuantelor de energie purtate de radiații, asupra substanțelor chimice. Spre deosebire de metodele neselective, unde elementul de bază al măsurării este intensitatea energetică a radiației, la metodele selective elementul care produce efecte măsurabile este frecvența radiației. Și în această categorie se pot deosebi receptori care permit măsurări cantitative — cum ar fi celulele fotoelectrice, fotorezistențele — sau calitative, de ex. fotografia și fosforografia. Inerția receptorilor pentru măsurări neselective este cu mult mai redusă decît aceea a receptorilor selectivi. Ei nu pot fi întrebuințați decît în domenii restrînse de lungimi de undă.

INDRUMATOR LEGISLATIV

Cu privire la conținutul infracțiunii la legislația metrologică

Odată cu adaptarea legislației metrologice la tehnica nouă și la principiile juridice ale legalității populare, s-a prevăzut posibilitatea stabilirii periculozității sociale și a ilicitului penal sau contravențional, pentru ca atunci cînd se săvîrșește o abatere la legislația metrologică, pe baza analizării conținutului abaterii, să se poată grada vinovăția.

Textele care ușurează munca celor chemați de a stabili gradul de vinovăție, chiar de la început fără a lăsa aceasta în sarcina altora organe de stat, sînt:

a) *art.* 21 *decretul* 21/1954, care are următoarea redactare:

„In cazul cînd infracțiunile prevăzute la articolul precedent lit. a și b sînt, în mod evident, de mică importanță, Direcția Generală de Metrologie le va putea considera ca abateri și sancționa cu amendă administrativă".

b) art. 6 *din HCM* 903/1954.

„In cazul cînd faptele arătate la pct. 1, 2 și 3 din prezentele instrucțiuni sînt săvîrșite în astfel de condițiuni încît prin pericolul social pe care îl prezintă constituie infracțiuni, ele se pedepsesc în conformitate cu legile penale.

In aceste cazuri procesele verbale de constatare vor fi înaintate Direcției Generale de Metrologie, care este în drept a aprecia dacă faptele constatate constituie infracțiuni și ca consecință a le înainta unității de procuratură a locului unde faptele au fost săvîrșite".

Față de aceste texte, pe baza cărora Direcția Generală de Metrologie este în drept a aprecia periculozitatea socială și a ilicitului penal sau contravențional a unei abateri de la legislația metrologică și ca urmare a stabili încadrarea acesteia în infracțiune sau contravenție problema conținutului abaterii apare ca o necesitate de a fi studiată în adîncime pentru ca elementele ei componente (obiectul, latura obiectivă, subiectul, latura subiectivă) să poată fi examinate și aplicate.

In acest scop, procesele verbale de constatare trebuie redactate în sensul de a cuprinde pe lîngă cele cerute de decretul 184/1954 și toate elementele de fapt ale abaterii, elemente care să contribuie la stabilirea adevărului material și [să ajute organele Direcției Generale de Metrologie la aplicarea textelor de lege mai sus arătate în modul cel mai just.

Stabilirea relaţiilor fizice prin analiza dimensională

ing. C. I. STAICU

Определение существующих зависимостей между применяемыми при описании явлений, величинами, может быть произведена также и при помощи размерного анализа. До сих пор размерный способ применялся только при описании явлений с ограниченным числом величин. Этот способ представляется возможным применить на основе новых истин при установлении всех мономных и однородных зависимостей.

★

Les relations qui existent entre les grandeurs utilisés à la description d'un phénomène peuvent également être établies par l'analyse dimensionelle. Jusqu'à présent, la méthode dimensionelle n'a été utilisée que pour des phénomènes décrits avec un nombre restreint de grandeurs.

Sur la base de nouvelles vérités, cette méthode peut être utilisée à la détermination de toutes les relations monômes et homogènes.

1. INTRODUCERE

Obiectul ştiinţei este descoperirea şi studierea legilor obiective care stau la baza fenomenelor ce se produc în natură. Aceste fenomene pot fi privite din două puncte de vedere : calitativ şi cantitativ.

Căderea unui corp greu pe verticală, sub acţiunea gravitaţiei, este o constatare de natură calitativă. Descrierea căderii corpului se face cu unele mărimi din cele utilizate în fizică : lungimea, viteza şi accelerația gravitaţiei.

Precizarea vitezei v pe care o ia corpul în timpul căderii precum şi a relaţiei dintre viteză şi înălţimea de cădere h, sînt determinări cantitative. Intre mărimile folosite la descrierea fenomenului există legături, ceea ce înseamnă că se pot stabili realaţii cantitative.

Determinarea cantitativă a mărimilor se face prin măsurare în baza unuia din sistemele de unităţi de care dispune fizica.

Relaţiile între mărimi se stabilesc prin metode teoretice sau experimentale. Valabilitatea relaţiilor stabilite pe baze experimentale este condiţionată de obţinerea la măsurări a unor date în strictă conformitate cu realitatea fizică. Importanţa măsurărilor se manifestă şi în cazul relaţiilor stabilite prin metode teoretice, deoarece rezultatele pe care le obţinem trebuiesc confirmate de experienţă.

Din cele de mai sus rezultă că operaţia de măsurare este deosebit de importantă ; această operaţie este obiectul metrologiei. Tehnica şi mijloacele de măsurat sînt în continuă evoluţie deoarece se caută rezolvarea problemei preciziei de măsurare, precizie necesară şi posibilă pentru obţinerea celui mai bun rezultat al unei măsurători.

Relaţiile între mărimi se exprimă, în forma lor generală, prin funcţii implicite de forma

$$f\ (L,M,T,...A,B,C,...) = 0 \qquad (1)$$

Din (1) se poate obţine, prin explicitare, mărimea care ne interesează, de exemplu

$$A = f_1\ (L,M,T,...B,C,...) \qquad (2)$$

care defineşte mărimea A printr-o egalitate.

In această situaţie este evident că, de ambele părţi ale semnului de egalitate, trebuie să avem valori de aceiaşi natură — altfel egalitatea nu ar avea sens — deoarece membrul din dreapta este expresia mărimii explicitate. Din acest fapt decurge necesitatea ca relaţia (2) să fie omogenă, adică membrul din dreapta să se reducă, în final, la mărimea şi exponentul care apar în membrul din stînga.

Astfel, în exemplul considerat de noi privitor la viteza de cădere a corpurilor, există relaţia cunoscută

$$v = k\sqrt{gh} \qquad (3)$$

în care g este acceleraţia gravităţii iar k este un factor adimensional care precizează proporţia dintre viteză şi produsul de sub radical. Relaţia (3) ne conduce la regăsirea mărimii „viteză" de ambele părţi ale semnului de egalitate deoarece putem scrie

$$viteză = \sqrt{\frac{lungime}{timp^2} \times lungime} = \sqrt{viteză^2} \qquad (4)$$

Rezultă că mărimea căutată poate fi exprimată, în afară de relaţia cantitativă algebrică (3) referitoare la valori, printr-o relaţie (4) care arată mărimile fundamentale din care este alcătuită ; primul radical (4), în scrierea simbolică, ne dă

$$v = \sqrt{\frac{L}{T^2} \times L} = LT^{-1} \qquad (5)$$

Relaţia (5) se numeşte „ecuaţia de dimensiune" a mărimii „viteză".

In baza unui sistem de unităţi, fiecare mărime are o ecuaţie dimensională de forma

$$A = L^l\ M^m\ T^t\ \ldots \qquad (6)$$

unde $L,M,T\ldots\ldots$ sînt simbolurile mărimilor fundamentale din sistemul de unităţi : lungime, masă, timp, utilizat în mecanică (în studiul de faţă vom utiliza numai acest sistem de unităţi), iar l, m, $t,\ldots$ sînt exponenţii ce arată proporţia în care mărimile fundamentale alcătuiesc mărimea derivată considerată.

Condiţia de omogeneitate în fizică trebuie să fie satisfăcută de toate relaţiile; dacă această condiţie nu este respectată, relaţia este cu siguranţă greşită. Fac excepţie numai aparent de la acest principiu, unele relaţii empirice sau simplificate; în aceste cazuri însă, omogeneitatea este restabilită de factorii numerici care sînt mărimi dimensionale.

Astfel, de exemplu, relaţia stabilită experimental de Ştefan arată că densitatea totală a radiaţiei este proporţională cu puterea a patra a temperaturii absolute, adică

$$w = \sigma T^4 \qquad (7)$$

Această proporţionalitate — şi deci valabilitatea relaţiei (7) — a fost apoi confirmată teoretic de Boltzmann care a arătat că legea lui Ştefan este consecinţă a principiilor termodinamicii şi a faptului că radiaţia exercită o presiune. Prin aplicarea teoriei cuantelor, introdusă de Planck în fizică, s-a precizat că factorul de proporţionalitate

$$\sigma = k\ \frac{K^4}{v^3\ h^3} \qquad (8)$$

în care k este un factor numeric, K—constanta lui Boltzmann, v — viteza luminii iar h este constanta lui Planck.

Condiţia de omogeneitate trebuie să fie respectată şi de relaţiile necunoscute ceea ce însemnează că, dacă se cunosc mărimile care intră în ele, pot fi găsite relaţiile ce satisfac principiul omogeneităţii. Aceasta metodă de stabilire a relaţiilor fizice poartă numele de „Analiză dimensională".

2. STABILIREA RELAŢIILOR FIZICE PRIN ANALIZA DIMENSIONALĂ CLASICĂ

In fizică, pot fi stabilite, prin analiză dimensională, numai relaţiile monoame şi omogene. Se presupune deci, de la început, că o mărime oarecare A depinde numai de mărimile $L,M,T,\ldots B,C,\ldots$ şi că între ele există o relaţie de formă

$$A = L^x\ M^y\ T^z\ \ldots B^b\ C^c\ \ldots \qquad (9)$$

în care b, c, x, $\ldots$ sînt necunoscutele problemei; pentru stabilirea lor se introduc în (9) ecuaţiile dimensionale (6) — cunoscute pentru fiecare mărime — şi se aplică principiul omogeneităţii, aşa cum vom vedea mai jos.

In tratatele de mecanică, sau în lucrările care se ocupă cu analiza dimensională, sînt date exemple de relaţii cunoscute pentru fenomene din mecanică, optică, electricitate etc, care pot fi stabilite şi pe această cale. Exemplul clasic, reprodus de toţi autorii, este relaţia pendulului. Pentru descrierea mişcării pendulului sînt necesare şi suficiente următoarele mărimi : timpul de oscilaţie t, lungimea pendulului l, masa oscilatoare m şi acceleraţia gravităţii g. Relaţia căutată exprimă perioada t în funcţie de dimensiunile fizice ale pendulului — l şi m—şi acceleraţia gravităţii ; în această situaţie avem o relaţie de forma

$$t = k\ l^a\ m^b\ g^c \qquad (10)$$

în care k este un factor numeric, de proporţionalitate, adimensional. Mărimile prezente în această relaţie se exprimă prin următoarele ecuaţii dimensionale

$$t = T \qquad m = M \qquad (11)$$
$$l = L \qquad g = LT^{-2}$$

Introducem ecuaţiile (11) în (10) şi după ce simplificăm expresia obţinem

$$L^\circ\ M^\circ\ T^1 = L^{a+c}\ M^b\ T^{-2c} \qquad (12)$$

Intrucît mărimea t nu conţine celelalte două mărimi fundamentale sau — altfel spus — le conţine la puteri nule, respectarea principiului omogeneităţii care ne conduce la egalarea exponenţilor afectaţi acelorași dimensiuni de o parte şi de alta a semnului de egalitate, ne dă sistemul de trei ecuaţii cu trei necunoscute

$$a + c = 0 \qquad b = 0 \qquad -2c = 1 \qquad (13)$$

care rezolvat, admite soluţiile

$$a = \frac{1}{2} \qquad b = 0 \qquad c = -\frac{1}{2} \qquad (14)$$

Aceste soluţii introduse în (10) ne dau

$$t = k\ l^{1/2}\ m^\circ\ g^{-1/2} \qquad (15)$$

de unde obţinem în final

$$t = k\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad (16)$$

ceea ce înseamnează că durata oscilaţiei nu depinde de masa oscilatoare. Rezultatul obţinut este identic celui stabilit prin metoda analitică unde se determină în plus şi valoarea factorului numeric k, despre care analiza dimensională nu poate spune nimic.

In acest mod pot fi obţinute toate relaţiile monoame şi omogene din fizică, stabilirea lor este mai curînd o verificare a valabilităţii lor.

Există însă unele relaţii care nu au putut fi stabilite, pînă în prezent, decît prin analiza dimensională. Această metodă a condus pe Einstein la relaţia pentru frecvenţa de oscilaţie a atomilor dintr-un corp solid. Einstein descrie

fenomenul cu următoarele mărimi: frecvența de oscilație w, masa atomului m, densitatea corpului ρ și compresibilitatea μ. Ca și mai sus, relația căutată va fi de forma

$$w = k\, m^a\, \rho^b\, \mu^c \tag{17}$$

Ecuațiile dimensionale ale mărimilor prezente sînt

$$w = T^{-1} \quad \rho = L^{-3} M \tag{18}$$
$$m = M \quad \mu = L M^{-1} T^2$$

care introduse în (17) dau

$$L^\circ\ M^\circ\ T^{-1} = k\, L^{-3b+c}\, M^{a+b-c}\, T^{2c} \tag{19}$$

Condiția impusă de respectarea principiului omogeneității ne conduce, în cazul de față, la sistemul de trei ecuații cu trei necunoscute

$$-3b + c = 0 \quad a + b - c = 0 \quad 2c = -1 \tag{20}$$

care rezolvat admite soluțiile

$$a = -\frac{1}{3} \quad b = -\frac{1}{6} \quad c = -\frac{1}{2} \tag{21}$$

Aceste soluții introduse în (17) ne dau

$$w = \frac{k}{m^{1/3}\, \rho^{1/6}\, \mu^{1/2}} \tag{22}$$

Valoarea factorului k se determină pe altă cale.

Un exemplu asemănător îl constituie relația stabilită de J. M. Dallavalle pentru difuziunea particulelor fine sub presiune. Pentru descrierea acestui fenomen, autorul utilizează următoarele mărimi: modulul de difuzie D, diametrul mediu al particulelor d, densitatea aparentă ρ și presiunea aplicată p. Tinînd cont de ecuațiile dimensionale ale mărimilor considerate și de respectarea principiului omogeneității, se stabilește în final relația

$$D = k d \sqrt{\frac{p}{\rho}} \tag{23}$$

Analiza dimensională este utilizată la determinarea grosimii stratului laminar, care apare la scurgerea fluidelor. Descrierea fenomenului este făcută cu următoarele mărimi: grosimea stratului laminar Δ, vîscozitatea dinamică η, densitatea fluidului ρ și tensiunea de frecare din interiorul stratului laminar τ. Metoda indicată aici ne conduce la relația

$$\Delta = k \frac{\eta}{\sqrt{\rho \tau}} \tag{24}$$

Metoda dimensională este utilizată de asemenea la stabilirea relației pentru tensiunea de frecare din interiorul stratului limită turbulent, care apare la scurgerea fluidelor. Descrierea fenomenului se face cu următoarele mărimi: densitatea fluidului ρ, vîscozitatea cinematică ν, viteza v, grosimea stratului limită turbulent δ și tensiunea de frecare τ. Relația căutată va fi de forma

$$\tau = k\, \rho^a\, \nu^b \left(\frac{v}{\delta^{1/7}}\right)^c \tag{25}$$

de unde obținem, în final, prin analiza dimensională

$$\tau = k\, \rho\, \nu^{1/4} \left(\frac{v}{\delta^{1/7}}\right)^{7/4} \tag{26}$$

Relațiile (23), (24) și (26) pot fi stabilite cu ușurință, ca un exercițiu de aplicare a analizei dimensionale.

Unele relații au fost stabilite pe cale empirică și nu au putut fi justificate, pînă în prezent, prin metoda analitică; aceste relații pot fi obținute ușor prin analiza dimensională.

Astfel, profesorul P. M. S. Blackett a emis teoria că toți corpii masivi în rotație sînt magneți; această teorie explică existența magnetismului terestru prin mișcarea de rotație a pămîntului. Autorul descrie acest fenomen cu următoarele mărimi: momentul magnetic P, momentul cantității de mișcare U, constanta gravității G și viteza luminii v. Relația căutată va fi de forma

$$P = k\, U^a\, G^b\, v^c \tag{27}$$

Ecuațiile dimensionale ale mărimilor prezente sînt

$$P = L^{5/2} M^{1/2} T^{-1} \quad G = L^3 M^{-1} T^{-2}$$
$$U = L^2 M\, T^{-1} \quad v = L\, T^{-1} \tag{28}$$

Introducem ecuațiile (28) în (27) și grupăm dimensiunile; condiția impusă de respectarea principiului omogeneității ne conduce la sistemul de trei ecuații cu trei necunoscute

$$2a + 3b + c = \frac{5}{2} \quad a - b = \frac{1}{2}$$
$$a + 2b + c = 1 \tag{29}$$

care rezolvat, admite soluțiile

$$a = 1 \quad b = \frac{1}{2} \quad c = -1 \tag{30}$$

Din (27) și (30) obținem

$$P = k \frac{U\sqrt{G}}{v} \tag{31}$$

așa cum a fost dată de P.M.S. Blackett.

Stabilirea pe această cale a relației (31) am dat-o în altă lucrare*) unde descrierea fenomenului este făcută cu un număr mai mare de mărimi.

Menționez că analiza dimensională a fost utilizată de către diverși autori pentru a demonstra că unele relații, stabilite prin metoda analitică, sînt eronate; lipsa de omogeneitate într-o relație fizică este un criteriu precis

*) Gazeta Matematică și Fizică, 1955.

pentru a demonstra nevalabilitatea relației respective.

3. CONCLUZII ASUPRA POSIBILITĂȚILOR ANALIZEI DIMENSIONALE CLASICE

Exemplele date mai sus demonstrează că analiza dimensională poate obține relații fizic valabile, corespunzătoare fenomenelor descrise cu mărimile considerate. Acest lucru este posibil, în analiza dimensională clasică, numai pentru fenomenele descrise cu un număr restrîns de mărimi.

Principiul omogeneității, aplicat în analiza dimensională, conduce la un număr de ecuații cel mult egal cu numărul dimensiunilor prezente în ecuațiile dimensionale ale mărimilor care descriu fenomenul studiat. Sistemele dimensionale utilizate pînă în prezent întrunesc un număr restrîns de dimensiuni, de ordinul lui 4—5, ceea ce înseamnează că putem stabili cel mult 4—5 ecuații.

Necunoscutele care apar în aceste ecuații sînt exponenții care însoțesc mărimile și care vor apare deci în relația căutată. Numărul necunoscutelor este dat de numărul mărimilor utilizate la descrierea fenomenului studiat. Acest număr este de obicei mai mare, de ordinul 7—8, ceea ce înseamnează că vom avea 7—8 necunoscute.

Rezultă deci că sistemele de ecuații obținute prin aplicarea principiului omogeneității vor fi formate din 4—5 ecuații cu 7—8 necunoscute. In această situație nu este respectată condiția din algebră, a egalității numărului de ecuații cu cel al necunoscutelor, astfel că sistemele respective sînt nedeterminate sau admit o infinitate de soluții matematic posibile, soluții care conduc la o infinitate de relații omogene, dimensional valabile.

Pe de altă parte, este cunoscut faptul că realitatea fizică a fenomenului descris cu anumite mărimi, este exprimată numai de o singură relație, ceea ce înseamnează că din mulțimea relațiilor dimensional valabile, care se pot obține din sistemele de 4—5 ecuații cu 7—8 necunoscute, numai una singură corespunde realității fizice. Rezultă deci că pentru a stabili o relație fizic valabilă, este necesar ca ecuațiile căpătate să admită soluții unice; acest lucru este posibil numai cînd numărul ecuațiilor este egal cu numărul necunoscutelor. De aici decurge faptul că pe această cale pot fi obținute numai relațiile care respectă următoarea condiție: numărul mărimilor să fie numai cu o unitate mai mare decît numărul ecuațiilor distincte ce se obțin prin aplicarea principiului omogeneității.

Această condiție a fost acceptată de către cei care s-au ocupat de analiza dimensională și poate fi găsită în diverse tratate de mecanică sau alte lucrări.

Condiția de mai sus nu este respectată în exemplul de care ne-am ocupat mai înainte, pentru determinarea tensiunii de frecare din interiorul stratului limită turbulent; fenomenul este descris cu cinci mărimi iar ecuațiile lor dimensionale conduc la trei ecuații distincte. Sistemul astfel obținut admite o infinitate de soluții. Pentru a avea totuși soluția unică în acest caz, mărimile v și δ au fost introduse în (25) de la început, prin raportul $v/\delta^{1/7}$; acest fapt a redus numărul necunoscutelor cu o unitate, îndeplinind astfel condiția de mai sus.

Exemplul următor ne va arăta imposibilitatea obținerii relației căutate în cazul fenomenelor care nu respectă condiția referitoare la numărul de ecuații și necunoscute.

Considerăm fenomenul de cădere a unei sfere grele într-un fluid vîscos. Pentru descrierea acestui fenomen utilizăm următoarele mărimi: viteza de cădere v, raza sferei r, diferența densităților sferei și fluidului ρ, accelerația gravității g și vîscozitatea dinamică η. Relația căutată va fi de forma

$$v = k\, r^a\, \rho^b\, g^c\, \eta^d \qquad (32)$$

Ecuațiile dimensionale ale mărimilor prezente sînt

$$\begin{aligned} v &= LT^{-1} & g &= LT^{-2} \\ r &= L & \eta &= L^{-1}\, MT^{-1} \\ \rho &= L^{-3}\, M \end{aligned} \qquad (33)$$

Prin introducerea ecuațiilor (33) în (32), gruparea dimensiunilor și aplicarea principiului omogeneității, obținem sistemul de trei ecuații cu patru necunoscute

$$a - 3b - c - d = 1 \quad b + d = 0 \quad 2c + d = 1 \qquad (34)$$

care nu respectă condiția cerută de algebră pentru rezolvarea unui sistem de ecuații și admite deci o infinitate de soluții. In caz că rezolvăm sistemul (34) în funcție de una din necunoscute, de exemplu $a = f(e)$ etc, din (32) obținem

$$v = k \sqrt{rg} \left(\frac{r^3 g \rho^2}{\eta^2} \right)^e \qquad (35)$$

în care numărul din paranteză este o funcție necunoscută pentru analiza dimensională clasică. Din această cauză se precizează în diverse lucrări că posibilitățile analizei dimensionale sînt limitate.

Menționez că relația (35) este de tipul celei stabilită prin metoda analitică la care se poate ajunge și prin analiza dimensională cînd $e = \frac{1}{2}$. Intr-o altă lucrare*) stabilesc relația analitică prin analiza dimensională modernă.

4. CONTRIBUȚII LA STABILIREA RELAȚIILOR FIZICE PRIN ANALIZA DIMENSIONALĂ

Din cele de mai sus rezultă că analiza dimensională este o metodă prin care, în anumite condiții, se poate determina relația ce există între mărimile utilizate la descrierea unui fenomen. In cele ce urmează vom depăși cadrul

*) In Gazeta Matematică și Fizică, 1956.

condiției enunțate mai sus și vom arăta că analiza dimensională este o metodă general valabilă.

Obiectul analizei dimensionale este în primul rînd, determinarea exponenților care vor însoți mărimile din relația căutată. In relațiile fizice exponenții sînt totdeauna raționali. Forma lor generală este fracția formată din numere întregi. Intr-o relație oarecare, exponenții pot fi numai numere întregi, numere întregi și fracționare sau numai numere fracționare.

Din studierea relațiilor fizice rezultă unele adevăruri pe care le vom prezenta în cele de mai jos. Aceste adevăruri ne dau posibilitatea să facem din analiza dimensională o metodă general valabilă.

Primul adevăr este următorul: prin ridicarea relațiilor la o putere convenabilă, cele care conțin și exponenți fracționari pot fi transformate astfel ca să conțină numai exponenți întregi. In cazul relațiilor cunoscute, puterea convenabilă este dată de numitorul comun al exponenților fracționari prezenți în relația respectivă. Pentru relațiile necunoscute, de la care știm numai mărimile care o compun, exponenții întregi pot fi obținuți numai cînd afectăm exponenți necunoscuți tuturor mărimilor considerate (contrar procedeului de pînă acum în care se explicitează mărimea căutată).

Prin aplicarea principiului omogeneității în această nouă situație, exponenții necunoscuți de la relația căutată, ne conduc la ecuații diofantiene. Aceste sisteme care sînt formate din mai puține ecuații decît necunoscute pot fi rezolvate iar numărul soluțiilor este redus deoarece se elimină soluțiile fracționare; exponenții pot lua numai valorile întregi de la $-\infty$ la $+\infty$.

Un al doilea adevăr este generalizarea faptului că, în stadiul actual de dezvoltare a celor ce știm despre relațiile fenomenelor fizice, exponenții care însoțesc mărimile au valori mici. Aceste valori nu depășesc primele 5—6 numere ale sistemului zecimal. Constatarea faptului ne permite să admitem pentru exponenți numai un număr discret de soluții valabile, din care se va alege cea corespunzătoare realității fizice.

Cel de al treilea adevăr rezultă din constatarea că în relațiile fizice, exponenții prezenți au în ansamblul lor cele mai mici valori din cele dimensional valabile fenomenului descris cu mărimile considerate. Aceste valori, grupate în una din soluțiile sistemului diofantian, corespund realității fizice a fenomenului studiat.

5. STABILIREA RELAȚIILOR FIZICE PRIN ANALIZA DIMENSIONALA MODERNĂ

Aceste adevăruri se dovedesc a fi fructoase pentru metoda dimensională deoarece ne dau posibilitatea să stabilim relații fizice și în cazul fenomenelor pentru care analiza dimensională clasică ajunge la relații de forma (35) care conțin funcții necunoscute. Ne vom convinge de acest lucru din exemplul următor.

Considerăm fenomenul de scurgere a gazelor prin conducte. Pentru descrierea lui utilizăm următoarele mărimi: debitul de gaz Q, greutatea specifică a gazului γ, secțiunea conductei S, accelerația gravității g și presiunea p.

Analiza dimensională clasică ne conduce, în acest caz, la o relație de tipul celei precedente (35), cu un monom necunoscut; acest rezultat poate fi obținut cu ușurință.

Relația căutată o scriem, în analiza dimensională modernă, sub forma

$$kQ^a \gamma^b S^c g^d p^e = 1 \qquad (36)$$

în care am afectat exponenți necunoscuți tuturor mărimilor prezente (conform primului adevăr). Ecuațiile dimensionale ale mărimilor prezente sînt

$$\begin{aligned} Q &= L^3 T^{-1} & g &= LT^{-2} \\ \gamma &= L^{-2} M T^{-2} & p &= L^{-1} M T^{-2} \\ S &= L^2 \end{aligned} \qquad (37)$$

Prin introducerea ecuațiilor (37) în (36), gruparea dimensiunilor și aplicarea principiului omogeneității, obținem sistemul diofantian

$$\begin{aligned} 3a - 2b + 2c + d - e &= 0 \\ b + e &= 0 \\ a + 2b + 2d + 2e &= 0 \end{aligned} \qquad (38)$$

format din trei ecuații cu cinci necunoscute; pentru rezolvarea lui completăm două ecuații suplimentare

$$b = x \qquad c = y \qquad (39)$$

în care x și y sînt doi parametri arbitrari. Sistemul astfel completat îndeplinește condiția cerută de algebră a egalității numărului de necunoscute și ecuații. Acest sistem rezolvat, mai admite următoarele soluții care depind de parametrii aleși

$$a = \frac{2x-4y}{5} \qquad d = \frac{-x+2y}{5} \qquad e = -x \qquad (40)$$

Atribuim parametrilor x și y valori pozitive și negative dintre primele cinci numere ale sistemului zecimal (conform celui de al doilea adevăr). Necunoscutele noastre iau valorile indicate în tabela 1.

Nu este necesar să atribuim parametrului x și alte valori deoarece este evident că ele ne conduc la soluții mai mari, care nu respectă cel de al treilea adevăr.

Din tabela 1 se elimină toate soluțiile fracționare (conform primului adevăr). Reținem deci numai soluțiile întregi; aceste soluții corespund parametrelor $x = 1, y = -2$ și $x = 1, y = 3$. Cel de al treilea adevăr este satisfăcut de soluțiile primului grup de valori x și y. Aceste valori introduse în (36) ne conduc la relația

$$Q = kS\sqrt{\frac{pg}{\gamma}} \qquad (41)$$

identică celei stabilite prin metoda analitică.

Tabela 1

x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	− 5	− 4	− 3	− 2	− 1	1	2	3	4	5
a	22/5	18/5	14/5	2	6/5	−2/5	−6/5	−2	−14/5	−22/5
b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
c	− 5	− 4	− 3	− 2	− 1	1	2	3	4	5
d	−11/5	− 9/5	− 7/5	− 1	− 3/5	1/5	3/5	1	7/5	9/5
e	− 1	− 1	− 1	− 1	− 1	−1	−1	−1	−1	−1

Pentru analiza dimensională modernă este utilă şi precizarea următoare pe care o vom aplica în exemplul de mai jos. Exponenţii mărimilor, stabiliţi prin această metodă, pot fi pozitivi sau negativi; din semnul afectat exponenţilor, plus sau minus, rezultă distribuirea mărimilor de o parte sau de alta a semnului de egalitate. Prin fixarea de la început a mărimilor între cei doi membri ai relaţiei căutate, se elimină valorile negative pentru parametrii introduşi suplimentar.

Considerăm fenomenul prezentat de oscilaţia unei bare încastrate la un capăt şi cu o sarcină la capătul liber. Descrierea fenomenului poate fi făcută cu următoarele mărimi: timpul de oscilaţie t, modulul de elasticitate torsional G, diametrul barei d, momentul de inerţie I şi lungimea barei l.

Analiza dimensională clasică ne conduce, în cazul acestui fenomen descris cu cinci mărimi ale căror ecuaţii dimensionale ne dau trei ecuaţii distincte, la o relaţie de tipul celei stabilite mai sus (35), cu un monom necunoscut.

Din studierea acestui fenomen, rezultă distribuirea mărimilor între cei doi membri, aşa încît relaţia căutată, pe care o vom stabili ţinînd seama de adevărul de mai sus, va fi de forma

$$t^a G^b d^c = k I^e l^f \qquad (42)$$

Ecuaţiile dimensionale ale mărimilor prezente sînt

$$\begin{aligned} t &= T & I &= L^4 \\ G &= L^{-1} M T^{-2} & l &= L \\ d &= L \end{aligned} \qquad (43)$$

Prin introducerea ecuaţiilor (43) în (42), gruparea dimensiunilor şi aplicarea principiului omogeneităţii, obţinem sistemul diofantian format din trei ecuaţii cu cinci necunoscute

$$-b + c = 2e + f \qquad a - 2b = 0 \qquad b = e \qquad (44)$$

Pentru rezolvarea lui completăm două ecuaţii suplimentare

$$c = x \qquad f = y \qquad (45)$$

Sistemul astfel completat mai admite următoarele soluţii

$$a = \frac{2x-2y}{3} \qquad b = e = \frac{x-y}{3} \qquad (46)$$

Conform celor stabilite mai sus, atribuim parametrilor x şi y numai valorile pozitive ale primelor cinci numere din sistemul zecimal. Necunoscutele noastre iau valorile indicate în tabela următoare.

Tabela 2

x	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
y	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
a	8/3	2	4/3	2/3	0	2	4/3	2/3	0	−2/3
b	4/3	1	2/3	1/3	0	1	2/3	1/3	0	−1/3
c	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
e	4/3	1	2/3	1/3	0	1	2/3	1/3	0	−1/3
f	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2

Alte valori mai mari atribuite parametrului y, duc la soluții care nu respectă cel de al treilea adevăr.

Ca și în exemplul precedent, eliminăm coloanele cu soluții fracționare sau nule și reținem, în final, coloana cu cele mai mici valori pentru exponenți; aceste valori, corespunzătoare parametrilor $x = 4$ și $y = 1$, introduse în (42) ne dau

$$t = k\sqrt{\frac{Il}{Gd^4}} \qquad (47)$$

identică celei care se obține prin metoda analitică.

Analiza dimensională a fost utilizată [1]) la stabilirea unei relații noi pentru coeficientul α de cedare a căldurii în convecția staționară și circulația forțată turbulentă a aerului. Relația analitică stabilită de Kàrmán — Latzko nu respectă rezultatele obținute la măsurătorile făcute de Doetsch. Aceste rezultate nu pot fi obținute nici din relația empirică stabilită de Stanton. Descrierea fenomenului este făcută cu mărimile care compun funcția implicită

$$f(\alpha, c, v, \nu, l) = 0 \qquad (48)$$

unde, alături de α, v și ν a căror semnificație este cunoscută din exemplele precedente, apar: căldura specifică c și mărimea lineară caracteristică l. Relația stabilită prin analiza dimensională modernă este în concordanță cu rezultatele măsurătorilor experimentale.

Menționez că rezolvarea ecuațiilor diofantiene obținute în analiza dimensională poate fi făcută prin mai multe metode. Pentru un fenomen oarecare, toate metodele trebuie să conducă la același rezultat: relația fizic valabilă. In afară de metoda indicată și studiul de față, există o a doua metodă pe care am utilizat-o în alte lucrări [2]). Cea de a treia metodă o vom expune într-un studiu viitor pentru a nu da o extindere prea mare acestui articol. In aplicații se recomandă confruntarea rezultatelor obținute.

Precizez de asemenea că succesul analizei dimensionale este condiționat de stabilirea corectă a mărimilor care descriu fenomenul studiat.

6. CONCLUZII ASUPRA POSIBILITĂȚILOR DE STABILIRE A RELAȚIILOR FIZICE PRIN ANALIZA DIMENSIONALĂ MODERNĂ

Formularea celor trei adevăruri mărește posibilitățile analizei dimensionale și fac din ea o metodă general valabilă care poate fi utilizată la stabilirea tuturor relațiile monoame și omogene.

Pentru unele fenomene, stabilirea relației corespunzătoare realității fizice este mai dificilă. Această greutate provine din faptul că uneori se pot obține mai multe grupe de soluții care satisfac integral adevărurile enunțate. Exemplul tipic ni-l oferă fenomenele descrise cu mai multe mărimi care au aceeași ecuație dimensională, în general fenomenele descrise cu mai multe lungimi. Acest incovenient este înlăturat în mare măsură prin distribuirea de la început, a mărimilor între cei doi membrii ai relației căutate și rezolvarea ecuațiilor diofantiene prin metoda indicată. In aceste cazuri sînt hotărîtoare rezultatele măsurătorilor experimentale pe care le folosește pentru stabilirea valorii factorului numeric.

Rezultatele obținute prin analiza dimensională sînt corespunzătoare celor stabilite prin metoda analitică. Aceste metode se deosebesc însă prin faptul că metoda analitică necesită cunoașterea calculului infinitezimal, pe cînd analiza dimensională necesită doar cunoștiințele elementare pentru rezolvarea unor sisteme de ecuații de gradul întîi cu mai multe necunoscute.

---

[1]) Studii și Cercetări de Energetică, 1956,

[2]) Studii și Cercetări de Fizică, 1954 și Studii și Cercetări de Energetică, 1955.

Orientări noi în construcția aparatelor electrice de măsurat

Ing. S. MARCU

PARTEA II-a

В статье напечатанной на страницах журнала „Прикладная метрология" № 1 1956 г. были указаны современные направления в технологии производства измерительной электроаппаратуры, а также новые материалы, применяемые при конструкции различных деталей этих аппаратов и приборов.

Цель настоящей стятьи—рассмотрение новых направлений при проектировании отдельных наиболее распространенных измерительных электроприборов.

★

Dans une étude publiée dans le no. 1/1956 de notre revue, il a été indiqué quelles sont les tendances modernes de la technologie de construction des appareils électriques de mesure, ainsi que les matériaux qu'on employe pour la fabrication de leurs différents éléments.

Dans le présent article, on examine les nouvelles orientations dans la projection de quelques appareils électriques de mesure, parmi ceux dont l'emploi et plus fréquent.

După cum este cunoscut, condiția ce se impune ca indicațiile ohmmetrului magnetoelectric să fie funcție numai de rezistența de măsurat, este ca tensiunea U ce alimentează circuitul instrumentului să rămînă constantă și egală cu cea de la etalonare. De asemeni în faradmetre și henrymetre în afară de tensiune se cere ca și frecvența să fie constantă. In frecvențmetrele cu indicator condiția impusă este ca U și C (sau L) = const. In fazmetre, pentru obținerea indicațiilor corecte, trebuiește să se mențină constante U, I, r (r = rezistența circuitului derivației).

Toate aceste mărimi care pe lîngă mărimea măsurată influențează indicațiile aparatului, poartă denumirea de *factori suplimentari*. O condiție a funcționării corecte a aparatelor este deci constanța factorilor suplimentari, cari pot fi :

— factori externi (exteriori aparatului) ;

— factori interni (ce depind de elementele aparatului).

Intre factorii externi se numără tensiunea, frecvența, etc. Dintre factorii interni fac parte rezistențele, capacitățile, inductanțele, care intră în construcția aparatului. După cum se poate observa cu ușurință, posibilitatea de a asigura constanța factorilor interni se află în mîinile constructorilor care pot executa astfel elementele mai sus amintite ca ele să nu-și schimbe valoarea. Acest lucru permite ca voltmetrii și wattmetrii să poată fi construiți relativ ușor.

Nu același lucru se întîmplă cu factorii externi asupra cărora constructorul nu poate interveni cu ușurință. Pentru a se exclude influența variației, în limite oarecare, a acestor factori asupra indicațiilor instrumentului au fost construite aparate speciale numite *logometre*.

Se numește logometru aparatul care măsoară raportul a două mărimi electrice. Indicațiile logometrului nu sînt determinate de valoarea absolută a acestor două mărimi ci de raportul lor, ceeace duce la independența indicațiilor lui de variațiile, în limite determinate, ale factorului suplimentar. Intr-adevăr, dacă una dintre cele două mărimi electrice care formează raportul măsurat de logometru, de ex. Y_1, se face dependentă de mărimea măsurată X și de factorul suplimentar Z, iar cea de a doua mărime Y_2 se face dependentă numai de factorul suplimentar Z, raportul $\frac{Y_1}{Y_2}$ rămîne neschimbat la orice valoare Z dacă factorul suplimentar acționează identic asupra ambelor mărimi.

In logometre, cuplul rezistent se crează asemănător celui motor, pe cale electrică ; caracteristica logometrului este lipsa cuplului rezistent mecanic.

In calitate de organ de măsură a logometrului se poate întîlni aproape orice sistem de măsură din cele folosite în tehnica măsurărilor electrice. Se construiesc astfel logometre : magnetoelectrice, electromagnetice, electrodinamice, ferodinamice și de inducție.

Dintre acestea un interes deosebit îl prezintă logometrul cu magnet permanent și de aceea în cele ce urmează ne vom opri asupra lui.

LOGOMETRELE MAGNETOELECTRICE *)

Caracteristica logometrelor magnetoelectrice este prezența magnetului permanent și a unui

*) Construcția logometrelor magnetoelectrice este tratată după I. M. Elkind „Frecvențmetre și instalații pentru verificarea lor".

număr de două sau mai multe bobine legate rigid între ele.

Se deosebesc logometrele magnetoelectrice cu bobine mobile și logometrele cu magnet mobil. Primele au căpătat o foarte largă răspîndire și în funcție de principiul aflat la baza creării dependenții funcționale a momentului de rotație de unghiul de rotire a sistemului mobil, ele se împart în :

1. logometre cu valoare variabilă a inducției în întrefier.

2. logometre cu valoare variabilă a lungimii active a bobinelor.

In funcție de execuția constructivă a logometrelor magnetoelectrice cu bobine mobile, ele pot fi :

a) cu bobine încrucișate ;

b) cu fluxuri magnetice încrucișate.

Primele logometre magnetoelectrice [1]) cu bobine încrucișate erau formate dintr-un magnet permanent cu piese polare avînd o strunjire interioară cilindrică, cu miezul în formă de migdală și cu bobine încrucișate fixate rigid sub un unghi de 60°.

Lipsa principală a logometrelor de această construcție este un unghi neînsemnat al deviației totale și complicația execuției. In scopul îndepărtării acestui neajuns a fost propusă construcția logometrului arătat în fig. 1.

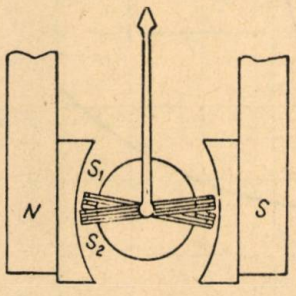


Fig. 1. Logometru magnetoelectric cu bobine încrucișate.

Aici miezul are o formă cilindrică. Piesele polare au o rază ceva mai mare ca raza miezului și sînt așezate excentric astfel încît întrefierul crește în direcția marginilor pieselor polare. In fig. 2 este dată desfășurarea întrefierului acestui logometru. Inducția se micșorează dela mijlocul piesei polare către marginile sale după o lege aproximativ pătratică (fig. 3). Mărimea unghiului între bobine este de obicei 5—20°. Această construcție a logometrului dă posibilitatea să se obțină un unghi de deviație de ordinul 90° pentru o scară practic proporțională și o gamă a rapoartelor nu mai mare de 1,5—2 [2]).

Pentru obținerea unor valori mai mari a gamei rapoartelor a fost propusă construcția logometrului arătat în figura 4. Piesele polare au aici o formă cilindrică. Miezul este un cilindru gol așezat concentric în raport cu piesele polare. Una din bobine S_1 care creează momentul de rotație, cuprinde întreg miezul și se deplasează într-un cîmp magnetic uniform. A doua bobină S_2 ce creează momentul rezistent, cuprinde numai o jumătate de miez și este așezat sub un unghi oarecare față de bobina S_1.

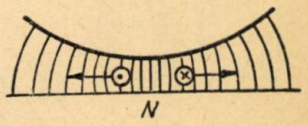


Fig. 2. Desfășurarea întrefierului logometrului din fig. 1

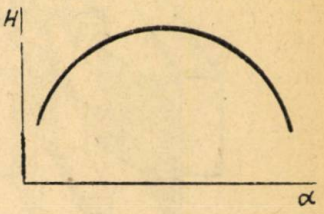


Fig. 3. Repartiția inducției în întrefierul logometrului din fig. 1

In cazul prezenței curentului numai în bobina S_2, aceasta se fixează astfel ca suprafața sa să fie perpendiculară pe direcția liniilor de forță magnetice. Această poziție în care momentul este nul, este arătată în fig. 4. In cazul devierii bobinei S_2 din poziția de zero, apare un moment rezistent ce crește cu unghiul de deviație și care tinde să o întoarcă în poziția inițială. In acest caz construcția funcționează ca logometru, totuși se deosebește prin aceia că are un punct de zero pe deplin determinat.

Acest tip de logometru dă posibilitatea să se obțină o gamă a rapoartelor infinită. Unghiul de deviație a echipajului mobil, totuși, este mic (aproximativ 60°).

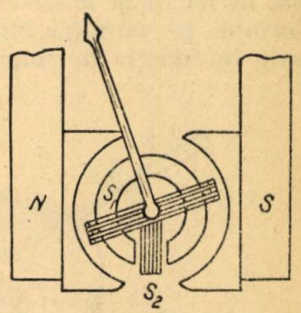


Fig. 4. Logometru magnetoelectric cu gamă mare a rapoartelor.

In ultima vreme în U.R.S.S. în locul logometrului ЛМПУ (LMPU) — fig. 5 — cu fluxuri magnetice încrucișate și care necesită o profilare a pieselor polare și a miezului foarte anevoioasă, a apărut logometrul ЛПБ (LPB) executat cu bobinele încrucișate și cu sistemul magnetic conform fig. 1.

Alegerea acestui sistem, folosirea magnetului din aliaj de aluminiu-nichel și un șir de îmbunătățiri tehnologice și constructive au făcut să crească mult proprietățile mecanice ale aparatului și au ușurat confecționarea sa.

In ultimii 10—15 ani pentru nevoile aviației au apărut un număr mare de logometre magnetoelectrice, îndeplinind rolul de instrumente de măsură de bord în diverse scheme de semnali-

---

[1]) Bazele teoretice ale funcționării și metodele de calcul a logometrelor magnetoelectrice cu bobine mobile au găsit cea mai completă tratare, în lucrarea lui L. D. Rozenberg „Unele probleme ale teoriei și calculului sistemelor de logometre magnetoelectrice".

[2]) Se numește gamă a rapoartelor valoarea $\gamma = \frac{\left(\frac{I_1}{I_2}\right)_a}{\left(\frac{I_1}{I_2}\right)_b}$

unde $\left(\frac{I_1}{I_2}\right)_a$ este raportul curenților în bobine corespunzător poziției finale a indicatorului pe scală iar $\left(\frac{I_1}{I_2}\right)_b$ poziției inițiale.

zare şi control. Aceste logometre, reprezintă un mare interes. Particularitatea lor constă în trăinicie şi stabilitate înaltă, gabarit mic şi preţ de cost scăzut. Magnetul folosit la acestea este din aliaj de al-ni. Mulţumită acestui lucru aparatele posedă o înaltă stabilitate la vibraţii şi la acţiunea temperaturii.

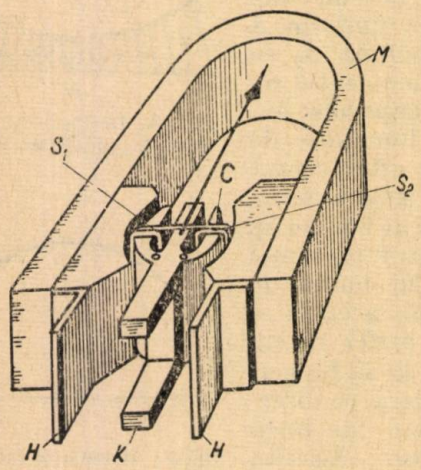


Fig. 5. Logometru magnetoelectric tip LMPU

In fig. 6 este reprezentată construcţia logometrului sovietic BE, folosit adesea la aparatele de bord a avioanelor. Acest tip de logometru este cu bobine încrucişate. Funcţionarea sa, la fel ca şi logometrul ЛМПУ (LMPU) este bazată pe variaţia lungimii active a bobinei sale în funcţie de unghiul de rotire.

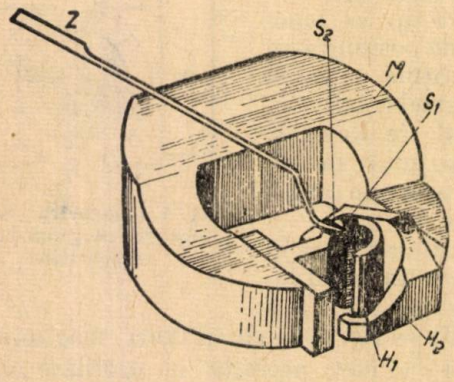


Fig. 6. Logometru magnetoelectric tip BE

Instrumentul se compune dintr-un magnet M de dimensiuni mici, din al-ni. Una din piesele polare H_1 are aspectul unui cilindru gol incomplect, a doua piesă polară H_2 avînd o strunjire interioară cilindrică, concentrică cu H_1. Piesa polară H_2, în afară de aceasta, este tăiată după o suprafaţă înclinată astfel ca să asigure variaţia lungimii active a bobinei mobile ce se roteşte în întrefier. Intrefierul are peste tot aceiaşi lăţime şi în orice punct aceiaşi inducţie. Bobinele S_1 şi S_2 sînt dispuse sub un unghiu anumit.

Acest aparat este construit pentru a funcţiona în condiţii de trepidaţii. Pentru utilizarea aparatului la măsurări de precizie, s-au adus logometrului BE unele modificări constructive. Astfel în calitate de conductor de curent „fără moment" a fost folosită o bandă de aur de 0,15 mm lăţime şi 0,005 mm grosime. Lagărele au fost alese conice cu un unghi al craterului de aprox. 90°. Unghiul de ascuţire al axului este de 60°. Unghiul între bobine are 45°. Momentul specific stabilizant 0,5 ÷ 1,0 mg cm pentru 1° sub un curent de 5 mA. Clasa de precizie 1. Unghiul de deschidere a scalei 250°.

Curbele gamei rapoartelor şi a momentului specific stabilizant, în funcţie de unghiul ψ de încrucişare a bobinelor, date pentru scara cu unghiul deviaţiei maxime 90° şi 180°, sînt cele din fig. 7 şi 8.

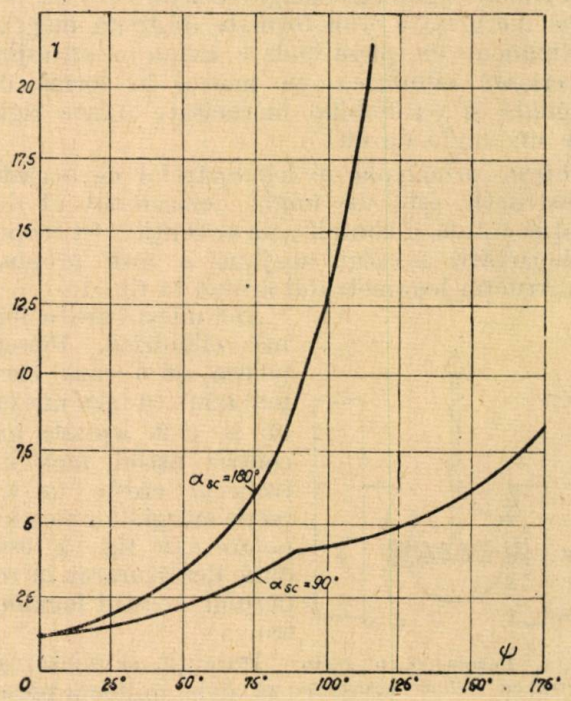


Fig. 7. Dependenţa gamei rapoartelor de unghiul între rame pt. logometrul tip BE.

După cum se vede în fig. 7, variind unghiul ψ între bobine se poate schimba în limite largi gama rapoartelor logometrului. Este necesar să se sublinieze, că sub unghiuri ψ mai mici de 10—15°, momentele stabilizante se micşorează mult (vezi fig. 8) şi siguranţa funcţionării logometrului scade.

In fig. 9 sînt date curbele $\alpha = F\left(\frac{Id_2}{Id_1}\right)$ ale logometrului BE, obţinute experimental, pentru diverse valori Id_2 = const. pentru o scară cu unghiul de deviaţie 90°. Curbele sînt ridicate pentru un unghiu între rame $\psi = 45°$. Cum se vede în fig. 9 în funcţie de valoarea curentului Id_2 gama rapoartelor variază în limitele 1,49 ÷ 1,52. Gradul de neliniaritate a scalei rapoartelor la acest logometru depinde mult de precizia asam-

blării şi trebueşte determinantă pentru fiecare aparat în parte.

Gama rapoartelor sau sensibilitatea logometrului în funcţie de curenţii din bobine, se poate modifica prin următoarele mijloace:

1. profilarea adecvată a pieselor polare şi a miezului sistemului mobil;

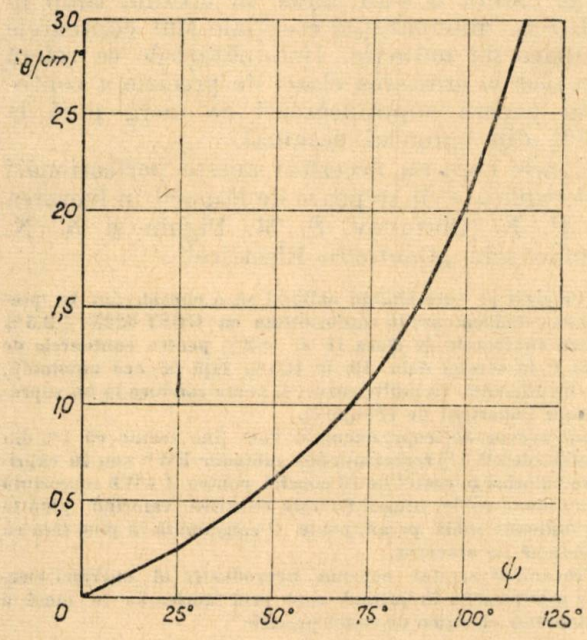


Fig. 8. Dependenţa momentului specific stabilizant de unghiul între rame.

2. modificarea unghiului de încrucişare între bobine;

3. folosirea bobinelor auxiliare şi legare adiţională sau diferenţială;

4. modificarea (în raport cu bobina însăşi) a schemei logometrului.

Ultimul mijloc dă în fond variaţia sensibilităţii în funcţie de curenţii din braţele schemei de măsură exterioară.

Prin modificarea profilului pieselor polare şi a miezului sistemului magnetic se stabileşte un caracter diferit de variaţie a inducţiei în întrefier sau a lungimii active a bobinelor logometrului. Cu cît este mai mic gradientul inducţiei în întrefier, cu atît se obţine o sensibilitate mai mare în raport de curenţi, adică o gamă a rapoartelor mai mică. Cea mai mică gamă a rapoartelor ce se poate obţine prin profilarea corespunzătoare a pieselor polare şi a miezurilor sistemului magnetic, este de ordinul 1,1 ÷ 1,2. Pentru valori mai mici ale gamei rapoartelor, momentul stabilizant a logometrului devine foarte mic. Pentru obţinerea unei game a rapoartelor mai mare este necesară o asemenea profilare a pieselor polare şi a miezului care dă variaţii mai importante ale inducţiei sau ale lungimii active a bobinelor.

Folosind piese polare şi miezuri de formă specială, se poate obţine o creştere importantă a gamei rapoartelor, de ex. pînă la o valoare de ordinul 8÷12.

Variaţia mărimii gamei rapoartelor se poate obţine deasemeni prin modificarea unghiului de încrucişare a bobinelor, cum se vede în fig. 7.

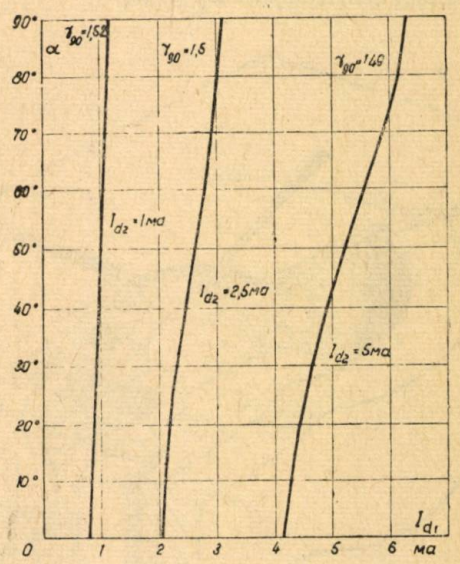


Fig. 9. Scala rapoartelor logometrului tip BE

Pentru o modificare a unghiului dela 10 la 110°, gama rapoartelor variază dela 1,2 pînă la 4,5 pentru o scală de 90° şi dela 1,2 la 19 pentru o scală de 180°.

Gama rapoartelor poate varia deasemeni prin adăogarea unei înfăşurări adiţionale la bobina logometrului. In fig. 10 este arătat un logometru cu bobină auxiliară şi legată în schemă adiţional.

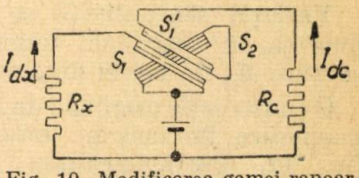


Fig. 10. Modificarea gamei rapoartelor cu ajutorul bobinei auxiliare.

In bobina S_1 acţionează suma forţelor magnetomotoare cauzate de curentul de măsurat I_{dx} ce trece prin circuitul cu rezistenţa R_x şi de curentul invariabil I_{dc} din circuitul rezistenţei R_c.

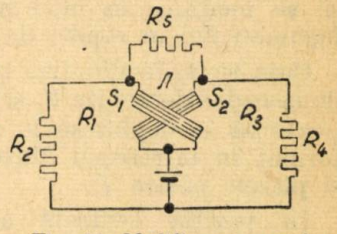


Fig. 11. Modificarea gamei rapoartelor logometrului.

Prin alegerea raportului numărului de amperspire ale înfăşurării auxiliare S'_1 şi ale bobinei S_2, se poate asigura poziţia sistemului mobil la începutul scalei logometrului pentru $I_{dx} = 0$. In acest fel se poate obţine o gamă a rapoartelor infinit.

In cazul legării bobinei auxiliare S'_1 diferenţial, gama rapoartelor poate, dimpotrivă, coborî mult. In acest mod se poate atinge o

valoare a gamei rapoartelor de ordinul 1,05.

4. In fig. 11 este dată o schemă de legare a logometrului deseori folosită pentru variația sensibilității, calea modificării parametrelor schemei.

Rezistențele R_1 și R_3 ale cadrelor logometrului sînt două brațe ale punții iar celelalte două brațe, rezistențele R_2 și R_4.

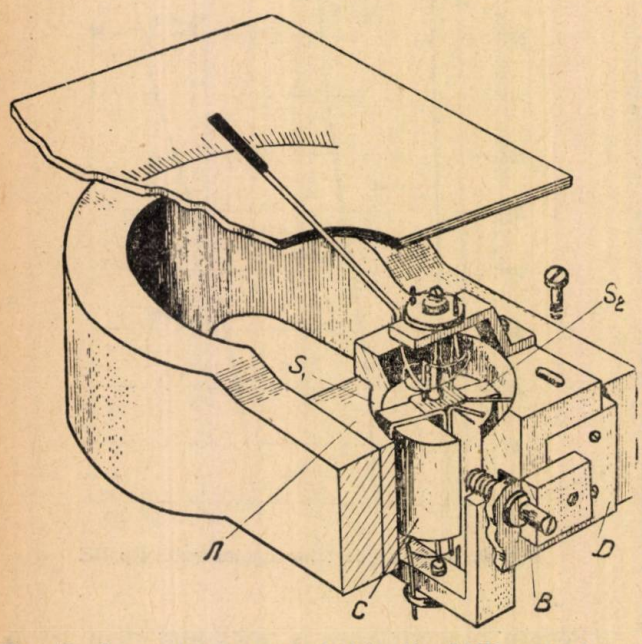


Fig. 12. Logometru magnetoelectric tip LMR cu reglare mecanică a gamei rapoartelor.

Variația sensibilității se obține prin introducerea în diagonala punții a rezistenței de șuntare $R_ș$, de valori diverse.

O construcție originală de logometru cu fluxuri magnetice încrucișate, este cea prezentată în fig. 12. Particularitatea acestui logometru constă în posibilitatea deplasării sistemului mobil împreună cu miezul, în întrefier, între piesele polare ale magnetului. Aceasta permite să se modifice în mod mecanic sensibilitatea logometrului în raport de curenți.

Cum se vede din fig. 12 sistemul mobil are două cadre deosebite S_1 și S_2. Fiecare din cadre poate să se deplaseze în cîmpul său magnetic format în întrefierul dintre miezul cilindric C și piesele polare P.

In poziția centrală a echipajului mobil, cîmpul magnetic în întrefier se poate considera uniform. Rotind șurubul B, uniformitatea cîmpului magnetic dispare. In acest caz cadrele logometrului se găsesc în cîmpuri magnetice a căror densitate, în funcție de unghiul de rotație a sistemului mobil, crește pentru un cadru și scade pentru celălalt. Se creiază astfel condiția de funcționare logometrică a dispozitivului de măsurare.

Logometrul ЛМР(LMR) de acest tip s-a dovedit foarte simplu în fabricație în comparație cu alte tipuri și are o foarte comodă și simplă reglare mecanică a mărimii gamei rapoartelor. De aceia acest tip a fost pus în U.R.S.S. în fabricația de serie, în calitate de organ de măsură pentru frecvențmetrele cu indicator și pentru alte construcții.

CONTOARE ELECTRICE

O altă categorie de aparate electrice de măsurat cărora li s-au adus în ultimul timp în U.R.S.S. îmbunătățiri esențiale sînt contoarele electrice de inducție. Imbunătățirile se referă mai ales la creșterea clasei de precizie a contorului pentru supraîncărcări ce merg pînă la 400% din curentul nominal.

Cuzele care au necesitat aceste perfecționări sînt explicate cît se poate de lămurit în lucrarea lui P. N. Goriunov, S. M. Pighin și N. N. Șumilovschi „Contoare Electrice" :

„Precizia pe care sîntem obligați să o considerăm în prezent ca satisfăcătoare în conformitate cu GOST 6225 (±2,5% pentru contoarele de clasa II și +2% pentru contoarele de clasa I, la sarcini dela 10 la 125% față de cea nominală) este insuficientă în multe cazuri și poate conduce la un supraconsum important de energie [1]).

Intr-adevăr, dacă spre exemplu, vom ține seama că 1% din 80 miliarde kWh [2]) reprezintă 800 milioane kWh sau în exprimare valorică la costul de 10 copeici pentru 1 kWh reprezintă 80 milioane ruble, atunci energia electrică valorînd pînă la 200 milioane ruble pe an, poate fi consumată în plus fără ca aceasta să fie observat.

Prevenirea acestui consum neproductiv al energiei electrice este posibilă în primul rînd prin fabricarea în masă a contoarelor electrice de mare precizie".

Cercetările întreprinse pentru construirea contoarelor care să funcționeze cu erori mici la o variație de sarcină dela 5% pînă la 400% au condus la folosirea șunturilor magnetice în circuitul magnetic serie și la scăderea vitezei de rotație a discului pînă la 20—30 rot/minut.

Pentru a demonstra realizările în această direcție, în fig. 13 sînt reprezentate curbele erorilor contoarelor construite în perioada dintre 1910 și 1948, la diferite sarcini.

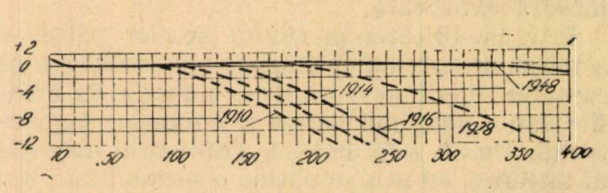


Fig. 13. Curbele de sarcină ale contoarelor vechi și noi.

După cum se vede din figură, eforturile cercetătorilor s-au îndreptat în ultima vreme în direcția eliminării puternicii erori negative la suprasarcină a contorului, adică la aplatizarea caracteristicii descendente din această porțiune a curbei erorilor contorului.

---

[1]) Lucrarea „Contoare electrice" a fost publicată în 1951. Intre timp (în anul 1953) GOST 6625 a fost modificat devenind GOST 6570-53.

[2]) Producția de energie electrică în U.R.S.S. în anul 1950.

Pentru a determina mijloacele de compensare a erorii la suprasarcini (deci la încărcări ale contorului peste valoarea curentului nominal) să pornim dela formula erorii contorului pentru $\varphi = 0$ și sarcinii superioare celei nominale

$$\gamma = (p_I - 1) - a_I [(mp_I)^2 - 1]$$

S-a notat : $m = \frac{I}{I_n}$ unde I este curentul în contor la o sarcină oarecare iar I_n curentul nominal. Așadar $m < 1$ cînd sarcina contorului este mai mică decît curentul nominal și $m > 1$ cînd aceasta depășește curentul nominal.

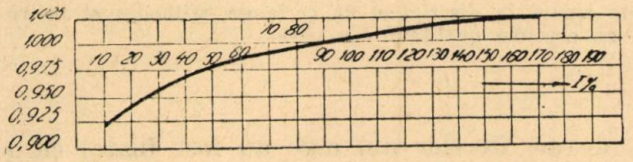


Fig. 14. Variația coeficientului p_I cu sarcina.

Coeficientul m indică deci procentul de încărcare a contorului față de curentul nominal.

Dacă curba de magnetizare a fierului miezului bobinei serie ar fi liniară, atunci fluxul $\varnothing_I$ (produs de trecerea curentului I prin bobina serie a contorului) ar crește proporțional cu I, adică dacă la I_n corespunde $\varnothing_{I_n}$ atunci la $I = mI_n$ ar corespunde $m\varnothing_{I_n}$. Dar din cauza curbei de magnetizare neliniare, lui I îi va corespunde un flux diferit de $m\varnothing_{I_n}$. Raportul lor este :

$$\frac{\varnothing_I}{m\varnothing_{I_n}} = p_I$$

Coeficientul p_I ia deci în considerare neproporționalitatea între flux și curent.

In formula erorii s-a mai notat

$$a_I = \frac{M_I}{M} \text{ unde}$$

M_I este cuplul de frînare provenit în urma tăierii de către disc a fluxului activ serie,

M este momentul de rotație principal la încărcarea nominală.

Din curba fig. 14 se vede că la creșterea lui I peste 100% ($m > 1{,}5$) p_I rămîne aproape constant și foarte puțin mai mare ca 1 și deci $p_I - 1$ este foarte puțin mai mare ca zero. In schimb $(mp_I)^2$ crește mult astfel că deși $a_I < 1$ termenul $-a_I [(mp_I)^2 - 1]$ devine puternic negativ, și crește și mai mult în valoare absolută cu creșterea lui m, deoarece crește și a_I prin creșterea cuplului de frînare provenit în urma tăierii de către disc a fluxului activ serie (M_I). In acest fel se explică coborîrea curbei erorilor contorului la suprasarcini.

Așa dar pentru micșorarea erorii la suprasarcini se impune :

1. micșorarea lui a_1 pentru ca întreg membru

$a_I[(mp_I)^2 - 1]$ să scadă.

2. Creșterea lui p_I astfel ca $p_I - 1$ să crească și să fie aproximativ egal cu membrul al 2-lea.

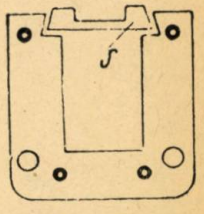


Fig. 15. Poziția shuntului magnetic în circuitul serie.

1. Micșorarea lui a_I se obține prin micșorarea lui M_I și creșterea lui M, iar M_I fiind proporțional cu viteza de rotire a discului va scădea prin scăderea acestei viteze. Aceasta se obține prin utilizarea unui magnet permanent puternic. Viteza de 20 rot/minut conduce la un contor cu erori mici și la siguranță mărită în exploatare *).

Creșterea momentului de rotație M impune o dimensionare corespunzătoare a elementelor motoare.

2. Creșterea lui p_I se poate realiza dacă facem să crească artificial fluxul serie $\varnothing_I$. In timpul de față există pentru aceasta un singur mijloc : shuntul magnetic în calea fluxului serie (vezi fig. 15).

Cu creșterea încărcării, crește fluxul total serie și crește și fluxul ce se ramifică prin shunt dar neproporțional cu variația forței magnetomotoare, deoarece shuntul se saturează repede. Reductanța în calea fluxului $\varnothing_s$ crește și deci crește fluxul util $\varnothing_I$ ceeace duce la mărirea lui p_I sub încărcări mari, adică cum arată ecuația

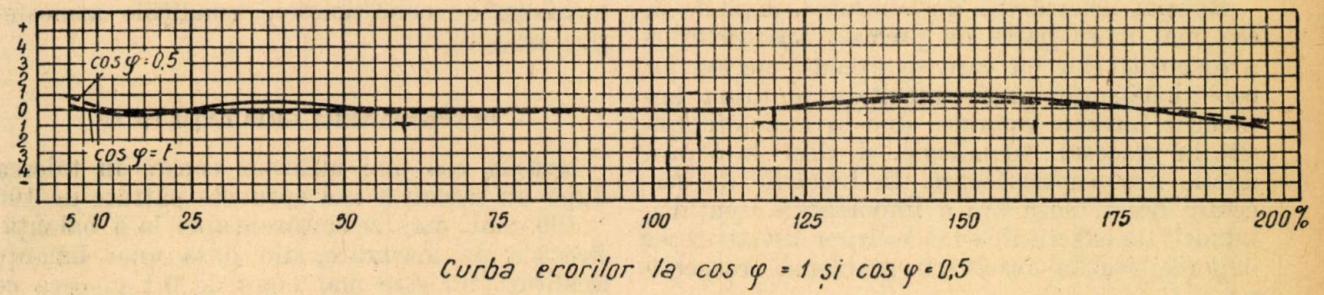


Fig. 16. Curba erorilor contorului monofazat fabricat de Electromagnetica.

γ se apropie de zero, ceeace se urmărea.

Contorii fabricați în R.P.R. sînt astfel construiți iar curba erorilor (fig. 16) arată aplatizarea curbei pentru o supraîncărcare de 200% din curentul nominal.

*) Contorul monofazat fabricat de Electromagnetica are aprox. 55 ture/minut ceea ce este nesatisfăcător. In cel mai scurt timp va trebui să atingem 20 rot/minut, lucru care se poate obține azi cu materialele magnetice moderne.

Unele metode de laborator pentru controlul calităţii ţesăturilor

Ing. I. TEODORESCU din I.C.T.P.C.

В этой статье автор дает описание некоторых способов и лабораторных приборов применяемых при проверке качества тканей.

★

Dans l'articles suivant, on trouve la description de certaines méthodes et instruments de laboratoire, utilisés au contrôle qualitatif des tissus.

Ridicarea continuă a tehnicităţii industriei noastre textile, prin introducerea unor metode ştiinţifice de lucru, a impus şi impune în măsură crescîndă necesitatea efectuării unui control de laborator, care să se desfăşoare în strînsă legătură cu tehnologia de fabricaţie.

Aplicarea metodelor ştiinţifice, cu ajutorul unui ansamblu de aparate de măsurat şi de control, permite identificarea unui număr de caracteristici fizico-mecanice şi higienice ale produselor, putîndu-se aprecia calitatea acestora în funcţie de destinaţia pentru care au fost fabricate.

Controlul produselor pînă la forma finisată, dă o serie de indicaţii în conducerea procesului tehnologic, astfel încît, odată produsul complet executat, să aibă proprietăţile cerute prin proiectare.

Metodele pentru încercarea produselor textile şi aparatele pentru aplicarea acestor metode, au fost elaborate ţinîndu-se seama de solicitările la care sînt supuse aceste produse în timpul folosirii lor. In utilizarea metodelor de control se urmăreşte, pe cît e posibil, imitarea cît mai fidelă a acestor solicitări.

Reuşita încercărilor de laborator, depinde în cea mai mare parte de precizia aparatelor şi a dispozitivelor cu care se execută aceste încercări. Măsurări greşite rezultate în urma impreciziei acestor aparate, duc la indicaţii greşite în procesul tehnologic şi deci la o producţie necorespunzătoare. In lucrările de cercetare acest lucru are o importanţă esenţială, întrucît de exactitatea măsurărilor din laborator depinde reuşita rezolvării problemei respective.

De aceea, aceste aparate, de la cel mai simplu mijloc de măsurat, rigla, pînă la cele mai complicate dispozitive şi mecanisme, trebuie să fie sub un permanent control metrologic, care să asigure precizia măsurărilor făcute cu ele.

* * *

Proprietăţile fizico-mecanice ale ţesăturilor sînt determinate atît de proprietăţile firelor din care au fost ţesute (acestea la rîndul lor de ale fibrelor din care au fost filate) cît şi de structura lor în sine.

De aceea, trebuie avut în vedere că procesele tehnologice de prelucrare a ţesăturilor, mai cu seamă cele chimice, pot schimba ambii factori arătaţi, din care cauză proprietăţile fizico-mecanice ale ţesăturilor brute şi finisate, diferă, de obicei, în mod apreciabil.

In cele ce urmează se vor preciza o serie de amănunte în legătură cu metodele de determinare a cîtorva caracteristici elementare, dar care sînt foarte importante pentru caracterizarea materialului fabricat într-un anumit scop, precum şi o serie de metode mai puţin cunoscute, elaborate în ultimul timp, care încep a fi aplicate în laboratoarele ţesătoriilor noastre.

De la început trebuie menţionat că toate aceste încercări trebuie făcute asupra materialelor condiţionate, (materiale ţinute într-o atmosferă de $65 \pm 2\%$ umiditate relativă şi $20^{+5°C}_{-2°C}$ temperatură timp de 24—72 ore; condiţionarea materialelor se face într-un termohigrostat). De asemenea, determinările trebuie executate într-o atmosferă cu aceleaşi condiţii, respectiv în laborator trebuie create, cu ajutorul unei instalaţii de condiţionare, condiţiile atmosferice arătate.

DETERMINAREA GREUTĂŢII PE m²

Metoda cea mai utilizată constă în tăierea după un şablon a trei epruvete pătrate de 100 $\times$100 mm, care se cîntăresc apoi la o balanţă. Precizia de măsurare, din lipsa unor balanţe analitice, nu este mai mare de 0,1 g, ceea ce nu oferă o măsurare precisă. Pe lîngă acest lucru, croirea epruvetelor nu se poate face totdeauna exact, de unde pot rezulta alte erori de măsurare.

Pentru a se evita aceste erori, atît la croirea epruvetelor cît şi la cîntărire, este recomandat ca determinarea greutăţii pe m² a unei mostre de ţesătură să se facă prin cîntărirea unei bucăţi mai mari, de minimum 0,25 m². Calcularea greutăţii pe m² se face aplicînd relaţia :

$$G = \frac{G_1 \cdot 10.000}{l \cdot b} \quad (g/m^2) \qquad (1)$$

în care:

G = greutatea în g/m'
G_1 = greutatea mostrei în g
l = lungimea mostrei în cm
b = lățimea mostrei în cm

Precizia de cîntărire de 0,1 g în acest caz este pe deplin satisfăcătoare.

Se mai practică de către unii tehnicieni, în întreprinderile unde nu există termohigrostat, metoda de a usca într-o etuvă epruvetele de 100 × 100 mm sau respectiv mostra mai mare, pînă la greutatea constantă și a adăuga apoi la greutatea uscată umiditatea conform reprizei corespunzătoare materiei prime respective.

Cercetările au dovedit însă că repriza, adică cantitatea de apă pe care o conține materialul respectiv în condițiile atmosferice de 65±2% umiditatea relativă și $20^{+5°C}_{-2°C}$ temperatură, variază după natura materiei prime, după regiunea de cultură, etc. Astfel repriza bumbacului, care a fost stabilită de 8,5%, nu este valabilă pentru toate soiurile de bumbac. Altă repriză o are de exemplu bumbacul sovietic și alta bumbacul egiptean. In Uniunea Sovietică s-a mers mai departe și s-a stabilit pentru același soi, reprize diferite după regiunea de cultură. Reprizele stabilite cîndva au aplicabilitate internațională numai pe tărîm comercial, în care scop dealtfel au fost stabilite inițial.

Astfel stînd lucrurile, corect este să se folosească greutatea mostrei condiționată așa cum s-a arătat mai înainte și nu greutatea corectată după reprizele cunoscute, care nu au decît o valabilitate comercială.

Greutatea pe m² se mai poate determina cu repeziciune și precizie cu ajutorul unor balanțe de același gen cu balanțele pentru determinarea numărului firelor — balanțe cu quadrant — la care de cîrligul respectiv se atîrnă epruvete circulare cu o suprafață de 50 cm² sau 100 cm². Pe scara quadrantului se citește direct greutatea pe m² a țesăturii respective.

Greutatea pe m² a unui articol este direct proporțională cu desimea atît în urzeală cît și în bătătură. De multe ori în urma măsurilor efectuate la mai multe țesături executate din aceleași fire cu aceiași legătură, la care diferă numai desimea, nu rezultă diferențele respective în aceași măsură între rezultatele determinărilor greutății pe m². In legătură cu aceasta a apărut necesitatea de a se elabora o metodă de control atît a desimii cît și a greutății pe m². Această metodă constă în următoarele: se taie trei fîșii în urzeală și patru în bătătură, cu dimensiunile de 50×100 mm din care se trag cîte 50 fire în lungul fîșiilor (25 fire de o parte a fîșiei și 25 fire de cealaltă parte) astfel ca din fiecare fîșie să se extragă cîte 5 m fir. După ce aceste grupuri de fire (3 urzeală și 4 bătătură) sînt condiționate, ele se cîntăresc la o balanță analitică cu o precizie de 0,001 g. Se calculează apoi greutatea pe m² aplicînd relația

$$G_k = 2\,(g_u D_u + g_b D_b)\ (g/m^2) \qquad (2)$$

în care:

G_k = greutatea de control pe m² de țesătură
g_u = greutatea medie în g, a firelor cu o lungime totală de 5m, obținute din fîșiile tăiate în sensul urzelii
g_b = greutatea medie în g a firelor cu o lungime totală de 5m, obținute din fîșiile tăiate în sensul bătăturii
D_u = desimea în urzeală pe 100 mm
D_b = desimea în bătătură pe 100 mm

Diferența (Δ) între greutatea obținută prin cîntărirea întregii bucăți (G) și cea de control (G_k), a unui metru pătrat de țesătură, exprimată în procente față de prima, nu trebuie să reprezinte mai mult de±5% față de G. In cazul unor abateri ce trec de 5%, se determină din nou desimea și din nou greutatea a 5 m de fire de urzeală și bătătură. Dacă la a doua determinare a lui G_k se constată o abatere de peste 5% față de G, atunci se calculează din nou valoarea lui G (greutatea pe metru pătrat din partea de mostră rămasă).

DETERMINAREA INTRĂRII LA ȚESUT

Din cauza legăturii care se dă celor două sisteme de fire, urzeală și bătătură, pentru a forma țesătura, firele urmează un drum care necesită, pentru a se căpăta o anumită lungime de fir în țesătură, să se consume în realitate o mai mare lungime de fir. Această diferență numită „intrare la țesut" se exprimă prin relația

$$i = \frac{l_0 - l_1}{l_0} 100\ (\%) \qquad (3)$$

în care:
i = intrarea la țesut în procente
l_0 = lungimea de fir folosită pentru țesut în mm
l_1 = lungimea de fir în țesătură în mm

Practic operația se reduce la măsurarea lui l_0 pentru că l_1 se măsoară pe țesătură. In mod obișnuit pentru măsurarea lui l_0 se fac pe țesătură două semne, în lungul fiecărui sistem de fire, cu o cerneală sau tuș de o culoare care să se distingă, dar care să nu se întindă pe țesătură; se scot un număr de fire din fiecare sistem (urzeală și bătătură) și apoi fiecare fir se prinde cu două pensete măsurîndu-se distanța între cele două semne în fața unei rigle, firul fiind întins pînă la dispariția vreunei cute sau bucle.

Această metodă nu este de loc recomandabilă, deoarece întinderea firului se face necorespunzător, cîte odată mai mult, cîte odată mai puțin, diferit de la laborant la laborant introducîndu-se astfel măsurări eronate.

Condiția unei juste măsurări este ca să se dea firului o tensiune corespunzătoare cu finețea lui și totdeauna constantă.

Pentru a se realiza acest obiectiv, la Institutul de cercetări al Industriei Uşoare s-a construit un dispozitiv (fig. 1) foarte simplu, cu care se procedează după cum urmează. Firul scos din ţesătură este prins în clema (1) astfel ca semnul să intre complet în ea; de

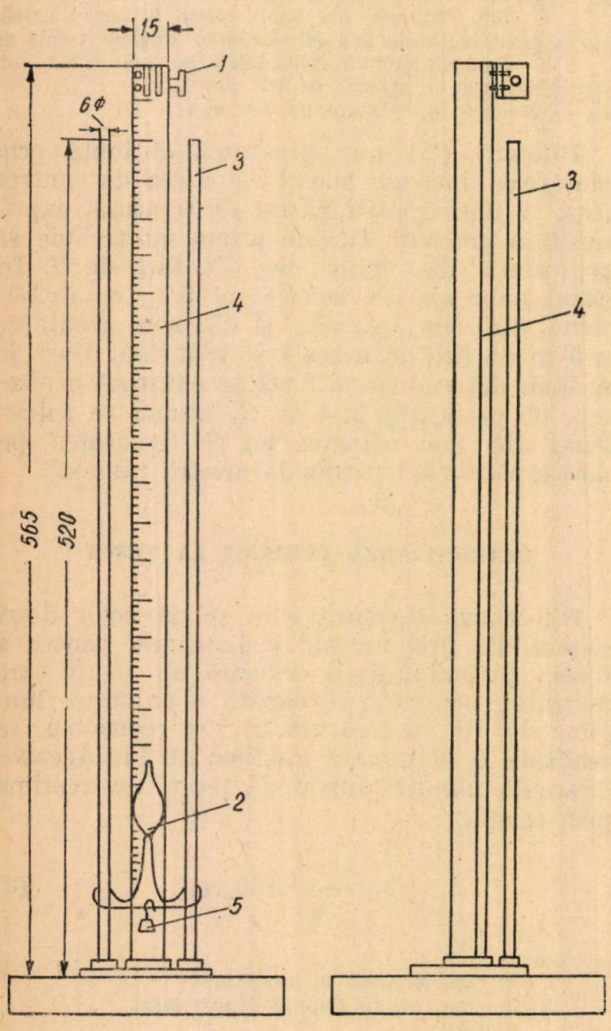


Fig. 1

celălalt capăt al firului se prinde clema (2) care poate aluneca pe tijele (3). Ţinînd seama de greutatea clemei (2) se mai atîrnă de ea greutăţi (5) astfel ca să se ajungă la o greutate egală cu tensiunea iniţială stabilită pentru fineţea firului respectiv. Firul prins în clema (2) stă întins în faţa unei rigle gradate în mm (4), punctul zero fiind la baza clemei (1). Se vizează în dreptul semnului pe rigla gradată şi se citeşte lungimea firului între cele două semne. Pentru a se evita fenomenul de paralaxă, la vizarea semnului de pe fir se foloseşte un triunghi dreptunghi din carton sau tablă care se lipeşte cu o catetă de rigla gradată şi se plimbă pe aceasta pînă ce cealaltă catetă vine în dreptul semnului de pe fir; în acest moment se citeşte lungimea firului între semne.

Folosind acest dispozitiv şi aplicînd metoda arătată, se asigură măsurări precise. In fig. 1 s-au dat şi cotele pieselor acestui aparat, astfel că poate fi construit cu uşurinţă.

Cunoscînd intrarea la ţesut, desimea şi fineţea firelor în ţesătură, greutatea pe m² poate fi determinată calculîndu-se greutatea firelor de urzeală şi separat a firelor de bătătură dintr-un metru pătrat de ţesătură şi făcînd suma lor; se va aplica deci relaţia:

$$G_u = \frac{D_u \cdot 10 \cdot l_0}{N_u} = \frac{D_u \cdot 10 \cdot l_1 \cdot 100}{N_u (100 - i_u\,\%)} =$$

$$= \frac{D_u \cdot 1000}{N_u (100 - i_u\,\%)}\ (g) \qquad (4)$$

în care:

G_u = greutatea firelor de urzeală în g
D_u = desimea în urzeala pe 100 mm
l_0 = lungimea iniţială de fir şi care din relaţia (3) este:

$$l_0 = \frac{l_1 \cdot 100}{100 - i\,\%}$$

N_u = finetea (Nm) a firului de urzeală
l_1 = lungimea firului în ţesătură şi care este egal cu 1 m
i_u = intrarea la ţesut în urzeală

La fel se procedează pentru calculul greutăţii firelor de bătătură

$$G_b = \frac{D_b \cdot 1000}{N_b (100 - i_b\,\%)}\ (g)$$

Greutatea pe m² (G) va fi

$$G = G_u + G_b\ (g/m^2) \qquad (5)$$

DETERMINAREA GROSIMII.

Această determinare se execută în prezent în întreprinderi cu diferite micrometre care au caracteristici-tehnice diferite şi care pot da naştere, din această cauză, la rezultate diferite.

Micrometrul care se recomandă pentru această determinare este cel din fig. 2. Precizia de măsurare este de 0,01 mm. Presiunea palpatorului (1) asupra ţesăturii este reglabilă, putînd fi de 5 sau 50 g/cm². Acest lucru se obţine cu ajutorul unor greutăţi ce se pun pe tija (2) deasupra palpatorului (1). Suprafaţa de măsurare a palpatorului este circulară şi poate fi de 10 sau 25 cm².

Ţesăturile normale vor fi măsurate pe o suprafaţă de 10 cm², cu o presiune de 50g/cm², iar ţesăturile plusate, cu flauş, se vor măsura pe o suprafaţă de 25 cm², cu o presiune de 5 g/cm².

Pentru asigurarea unei măsurări corecte se recomandă următoarele:

1. Să se verifice întotdeauna ca acul indicator al micrometrului să fie la pornire la diviziunea zero de pe cadranul (3). Reglarea se poate face cu ajutorul butonului (4), prin rotirea căruia se poate roti cadranul (3).

2. După ce ţesătura a fost aşezată pe postamentul (5) tija (2) care e mînuită cu ajutorul manetei (6), să fie coborîtă lin pe ţesătură şi nu brusc.

3. Citirea pe cadran să se facă după 30 sec. de la coborîrea palpatorului (1) pe ţesătură.

DETERMINAREA REZISTENTEI LA TRACTIUNE

Rezistența la tracțiune și, odată cu aceasta, alungirea la tracțiune se determină cu ajutorul dinamometrelor de țesături. Construcția și funcționarea acestora au fost descrise detailat în nr. 3 din anul 1955 al acestei reviste.

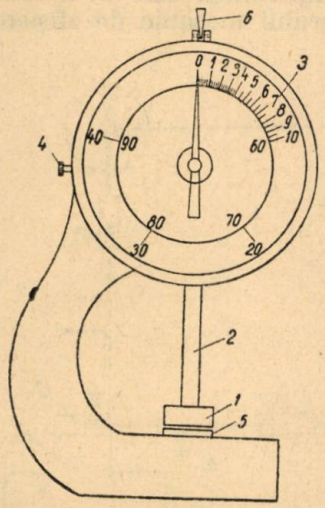


Fig. 2

Este util a se preciza cîteva date în privința metodei de lucru la aceste aparate și a folosirii rezultatelor măsurărilor făcute.

Dimensiunile epruvetelor ce se încearcă la tracțiune variază în funcție de natura materiei prime din care sînt fabricate țesăturile respective, după cum se arată în tabela de mai jos.

Inainte de a se fixa epruveta în clema inferioară a dinamometrului, i se dă o tensiune preliminară, prin agățarea unor cleme de mînă cu greutăți. Este important ca această tensiune să se aplice în mod uniform.

Felul țesăturii	Lungime în mm		Lățime mm
	Totală	a părții utile	
Țesături afară de cele de lînă și sticlă	350—400	200	50
Țesături de lînă	250—310	100	50
Țesături din fire de sticlă	250—310	100	25

Tensiunea preliminară se dă în funcție de greutatea pe m² a țesăturii și se calculează a fi egală cu greutatea unei fîșii de 10 m cu lățimea egală cu aceea a epruvetelor de încercat.

Viteza de coborîre a clemei inferioare trebuie aleasă în așa fel încît durata de rupere să fie de 30 ± 15 sec.

Este foarte interesant de cunoscut și util la proiectarea țesăturilor, gradul de folosire al firelor și chiar al fibrelor în țesătură.

Ținînd seama de rezistența de rupere la tracțiune a firelor (p) și de desimea lor în țesătură (D), rezistența teoretică la tracțiune (P_t) va fi

$$P_t = p \frac{D}{2} \text{ (kgf)} \qquad (6)$$

Se ia $\frac{D}{2}$ deoarece desimea (D) reprezintă numărul de fire pe 100 mm iar epruveta nu are decît 50 mm.

Gradul de folosire al firelor în țesătură, η_1, dacă se notează cu P rezistența efectivă la tracțiune, pe dinamometru, va fi

$$\eta_1 = \frac{P}{P_t} 100 \ (\%) \qquad (7)$$

Desigur că acest indice se va calcula separat în urzeală și separat în bătătură.

Mergînd mai departe, cunoscînd rezistența la tracțiune a fibrelor (p_1) și numărul de fibre pe secțiunea de fir (n) se poate calcula rezistența teoretică la tracțiune a firelor, după relația :

$$p_t = p_1 n \qquad (8)$$

Numărul (n) de fibre în secțiunea firului se determină după relația

$$n = \frac{N_m f}{N_m F} \qquad (9)$$

în care

N_mF = numărul metric al firului
N_mf = numărul metric al fibrei

Cu aceste date se poate calcula gradul de folosire al fibrelor în fir (η_2)

$$\eta_2 = \frac{p}{p_t} 100 \ (\%) \qquad (10)$$

Gradul total de folosire al fibrelor în țesătură (η) va fi :

$$\eta = \frac{\eta_1 \cdot \eta_2}{100} \ (\%) \qquad (11)$$

Inlocuind valorile lui η_1 și η_2 cu cele din relațiile (7) și (10) și apoi valorile lui P_t, p_t și n cu cele din relațiile (6), (8) și (9), reiese relația :

$$\eta = \frac{P \cdot 100}{P_t \cdot 100} \cdot \frac{p \cdot 100}{p_t} = \frac{P \cdot p \cdot 100}{\frac{p \cdot D}{2} p_1 \frac{N_m f}{N_m F}}$$

$$\eta = \frac{P \cdot N_m F}{D \cdot p_1 \cdot N_m f} 200 \ (\%)$$

în care :

P = rezistența la tracțiune, pînă la rupere practică, aflată la dinamometru în kgf
N_mF = finețea (Nm) firului
D = desimea firelor pe 100 mm de țesătură
p_1 = rezistența la tracțiune pînă la rupere a fibrelor în kgf
N_mf = finețea (Nm) fibrei
200 = constanta pentru o epruvetă de 50 mm lățime

Un indice însemnat pentru stabilirea calității unei țesături, legat de încercarea la tracțiune și care leagă cele două caracteristici ce se obțin la această determinare—rezistența și alungirea—este lucrul mecanic de deformare.

Dinamometrul este înzestrat cu un dispozitiv de înregistrare grafică, care trasează curba de deformare a fiecărui epruvete încercate, după cum este arătat în fig. 3.

Cu ajutorul unui planimetru se determină suprafața de sub curbă (OAB). Cunoscînd scara pentru forță și deformare (alungire) se calculează lucrul mecanic de deformare exprimat în kg/cm.

Raportînd suprafața OAB la suprafața ideală $OABP$ se determină gradul de plinătate

al curbei care se notează cu η și se exprimă în procente

$$\eta = \frac{OAB}{OABP} 100\ (\%)$$

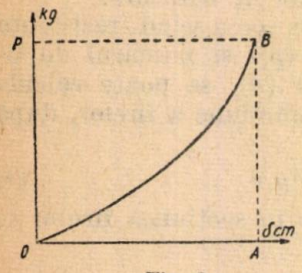


Fig. 3

La măsurarea suprafeței OAB cu ajutorul planimetrului se recomandă a se face la fiecare curbă cîte trei măsurări și în cazul unor diferențe mici să se ia media aritmetică a celor 3 măsurări. Măsurarea care prezintă diferență mare față de celelalte două se va elimina și se va face a patra măsurare.

DETERMINAREA REZISTENTEI LA SFIȘIERE

Afară de tracțiunea simplă a epruvetelor dreptunghiulare, la determinarea caracteristicilor de rupere prin tracțiune se folosește și încercarea de sfîșiere.

Această încercare se aplică în deosebi la țesături care suportă în articole finite eforturi de sfîșiere, adică tracțiune laterală în unghi mare față de un sistem al firelor.

Determinarea obișnuită de rezistență la sfîșiere se execută cu același dinamometru folosit la determinările de tracțiune.

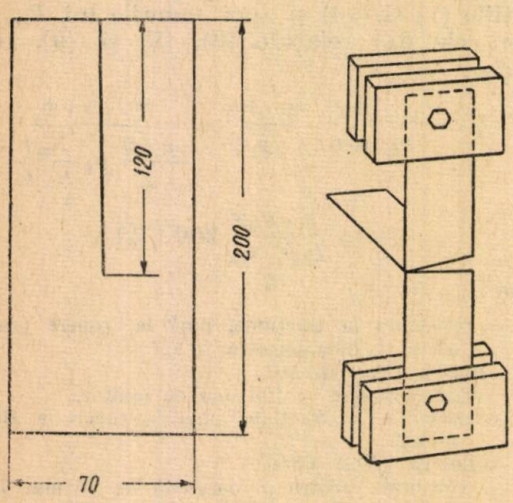


Fig. 4

Epruvetele folosite cu dimensiunile de 200 × 70mm și sînt tăiate la mijloc în lungul lor pe o distanță de 120 mm (fig. 4). Epruvetele care sînt încercate pentru rezistența la sfîșiere a țesăturii în urzeală vor avea în lungul lor fire de bătătură (200 mm), firele de urzeală fiind pe lățimea epruvetei (70 mm) și invers la epruvetele ce se încearcă pentru rezistența la sfîșiere în bătătură. Cele două părți ale epruvetei tăiate se fixează în clemele dinamometrului, după cum se arată în fig. 4.

Distanța între cleme este de 200 mm. Ruperea nu se face pînă la despărțirea completă a celor două părți, ci numai pe o distanță de 50 mm. In acest moment se oprește dinamometrul citindu-se sarcina respectivă. Viteza de coborîre a clemei inferioare este aceiași ca la determinările de rezistență la tracțiune a articolului respectiv.

In prezent la Institutul de Cercetări al Industriei Ușoare se experimentează un aparat pentru măsurarea lucrului mecanic de sfîșiere a țesăturilor (fig. 5).

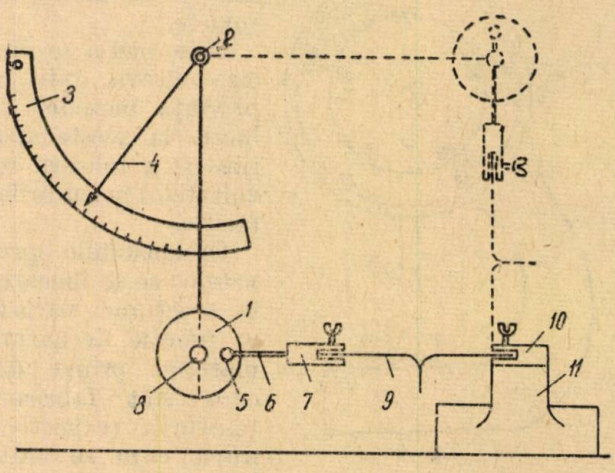


Fig. 5

Aparatul se compune dintr-un pendul (1) care oscilează în punctul (2) (ax pe rulment), în fața unui cadran gradat (3) și care antrenează în timpul oscilației acul indicator (4) fixat pe același ax (2). De greutatea (1) este fixată cu ajutorul unei articulații (5) pîrghia (6) de care este fixată clema (7).

Greutatea (1) este prevăzută cu un prag (8) care permite așezarea greutății în poziția inițială (în figură punctat), prin sprijinirea pe un bolț cu arc fixat pe un picior, așa cum se vede în figură.

Epruveta (9) de dimensiunile 120 × 50 mm este tăiată în două pe o distanță de 100 mm. Un capăt al epruvetei se fixează în clema (7) iar celălalt în clema (10) fixată pe suportul (11).

Eliberînd greutatea (1) prin tragerea bolțului, în căderea sa, sfîșie restul de țesătură netăiat, iar pendulul în drumul său antrenează acul indicator pînă la nivelul maxim atins de el în mișcarea sa de pendulare.

Cunoscînd greutatea pendulului și diferența între cota inițială și cota arătată de acul indicator, se poate calcula lucrul mecanic consumat prin sfîșierea epruvetei de țesătură. Anticipat se stabilește constanta aparatului, pe baza lucrului mecanic consumat de frecările în aparat (frecarea în axa pendulului, frecarea în axa acului indicator). Se neglijează frecările cu aerul.

Pe baza acestor date, cadranul (3) este gradat în kgf/cm, putîndu-se citi direct lucrul mecanic de sfîșiere.

Celelalte metode și aparate folosite pentru determinarea calităților țesăturilor vor fi descrise în continuare, într-un număr viitor al revistei.

Organizarea reparaţiilor de mijloace de măsurat în R. P. R.

Ing. LIVIU IOANOVICI

Дается схема по организации сети ремонтных мастерских для метрологического оборудования, при помощи которой представляетря возможность охватить все виды измерительных приборов для всех требуемых степеней точности.

★

L'auteur donne des indications sur le schéma d'organisation d'un réseau d'ateliers de réparations pour l'outillage métrologique; ce schéma est conçu d'une manière telle qu'il puisse satisfaire à toutes sortes d'instruments de mesure et à tous les degrès de précision nécessaire.

Directivele Congresului al 2-lea al P.M.R. cu privire la cel de al 2-lea Plan Cincinal de dezvoltare a economiei naţionale pe anii 1956—1960, arată că, în interesul realizării progresului tehnic este necesară dotarea întreprinderilor cu mijloace de măsurat corespunzătoare.

Unul din factorii care contribue la menţinerea preciziei de măsurare a utilajului metrologic, este recondiţionarea sau repararea măsurilor şi a aparatelor de măsurat existente în întreprinderi.

Din experienţa cîştigată pînă în prezent în acţiunea de organizare a reţelei metrologice a MIMCM, se desprind unele constatări care se vor expune în cuprinsul prezentului articol, pentru a aduce astfel o contribuţie la rezolvarea importantei probleme a organizării reparaţiilor mijloacelor de măsurat existente în întreprinderile din ţară.

Este necesar ca de la început să se facă o distincţie între repararea aparatajului metrologic uzual şi a celui de precizie. Aceste aparate ce sînt în strînsă legătură, impun o rezolvare globală a problemei, adică pentru toate măsurile şi aparatele de măsurat folosite în întreprinderi.

Complet separat se pune problema reparării şi chiar a executării aparatelor model, etaloanele de lucru ale laboratoarelor şi ale atelierelor de reparat.

Avînd în vedere cele expuse, se va trata în paralel problema organizării reparaţiilor aparatelor de precizie, cît şi a reparaţiilor aparatelor de măsurat uzuale, schiţînd cîteva principii organizatorice, care să cuprindă în mod cît mai complex problema, avîndu-se în vedere totodată şi ridicarea calităţii reparaţiilor efectuate.

De asemenea se va ţine seama de posibilităţile actuale ale întreprinderilor în acest domeniu, luîndu-se în considerare apoi posibilităţile de perfecţionare în viitor a sistemului reparaţiilor.

Se vor examina aceste posibilităţi în următoarele domenii :

1.— Lungimi, punînd un accent deosebit pe aparatele de măsurat din ramura construcţiilor de maşini ;

2. — Mase ;

3. — Forţe-duritate ;

4. — Electrice.

Inainte de încheierea articolului, se vor face unele considerente asupra posibilităţilor organizării reparaţiilor aparatelor de măsurat optice şi de precizie pentru diferitele domenii.

I. LUNGIMI, RAMURA CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI

Pentru a se putea ajunge la concluzii întemeiate pe realităţi, se va lua ca bază de plecare realizările obţinute pînă în prezent în acest domeniu, în reţeaua de ateliere de reparaţii pentru utilajele de măsurat ale MIMCM.

Din analiza acestor rezultate, se poate conchide că procesul tehnologic al reparaţiilor se identifică cu cel al fabricaţiei de serie.

Astfel Uzinele „21 Decembrie" au rezolvat — după cum este cunoscut — în mod complet problema reparaţiilor de şublere, micrometre şi comparatoare cu cadran 1/100.

In cazul şublerelor şi, în oarecare măsură, al unor sortimente de micrometre, reparaţiile se efectuează pe fluxul tehnologic al fabricaţiei. Pentru alte aparate de măsurat, cum este cazul comparatoarelor cu cadran de precizie 1/100 şi

1/1000, uzina constructoare ar putea să furnizeze piese de schimb diverselor ateliere care ar executa asemenea reparații.

In privința calelor plan paralele, trebuie să precizăm că recondiționarea acestora se identifică cu procesul tehnologic al fabricației de serie.

In funcție de gradul de uzură al aparatelor de măsurat, atelierele de recondiționat execută reparații cu caracter general (Uzinele „21 Decembrie") sau restabiliesc dimensiunile aparatelor de măsurat prin metoda cromării dure (Uzinele „Infrățirea"). Metoda constă în aplicarea pe suprafața de reparat, a unui strat de crom dur de 0,2—0,3 mm, după necesitate determinat de uzura suprafeței. Acest procedeu nu necesită refacerea gradațiilor riglei.

Prin întărirea disciplinei metrologice în întreprinderi, strict legată de tehnica măsurărilor, gradul de uzură al aparatelor de măsurat va scădea în mod simțitor și deci se vor creia condițiile efectuării unor reparații mai ușoare. Apreciem — în cazul cînd experiențele ce se fac în prezent vor da rezultate concludente — că metoda cromării dure va fi de viitor și se va aplica pe o scară din ce în ce mai largă la reparații de aparate de măsurat, în special la șublere și calibre.

In concluzia celor expuse la acest capitol și pentru a se realiza, în actuala fază a dezvoltării metrologiei în țara noastră, o organizație economică în repararea aparatelor de măsurat mai răspîndite în ramura construcțiilor de mașini (șublere, micrometre și comparatoare cu cadran de precizie 1/100 și 1/1000), credem că trebuie folosită în primul rînd experiența și tehnicitatea uzinei „21 Decembrie", iar pentru unele sortimente de șublere și micrometre uzinele „I. Rangheț" și „Infrățirea", care se preocupă și ele de problemele legate de tehnica reparațiilor mijloacelor de măsurat în domeniul lungimilor.

Pe măsură ce atelierele de reparat ce funcționează pe lîngă aceste uzine, se vor dezvolta și extinde, nu va mai fi cazul să se continue efectuarea de reparații în alte întreprinderi, cari în general nu le pot executa în condiții tehnice optime și la un preț economic.

Pentru o justă repartizare teritorială, rămîne de văzut dacă nu este cazul să se traseze o asemenea sarcină și unei întreprinderi din Moldova.

Repararea calelor plan paralele este o problemă deosebit de importantă și care trebuie să-și găsească rezolvarea în cadrul întreprinderilor constructoare de aparate de măsurat din MIMCM.

Este necesar să precizăm de asemenea că întreprinderile care au posibilități tehnice, vor trebui să efectueze mici recondiționări a utilajului ce-l posedă, avînd caracter de întreținere.

2. MASE

In cuprinsul acestui capitol, se va examina posibilitatea organizării raționale a reparațiilor în domeniul aparatelor de cîntărit. Balanțele indicate mai jos și anume: balanțe simple, balanțe compuse tehnice, balanțe romane, balanțe semiautomate, bascule zecimale, bascule romane, pod, etc., adică aparatele de cîntărit uzuale, care sînt și cele mai răspîndite, urmează să fie recondiționate în actuala fază de organizare de către întreprinderile posesoare, dacă ele au mijloacele tehnice respective și în special de către unitățile cooperatiste meșteșugărești. In acest sens, credem că UCECOM trebuie să să se preocupe în mod deosebit de îmbunătățirea și extinderea rețelei existente de ateliere de reparat, care să fie bine dotate cu utilaj și personal corespunzător efectuării acestor reparații.

Repararea balanțelor tehnice, ar trebui să constituie de asemenea o preocupare pentru UCECOM, avînd drept consecință situarea calității reparațiilor la o treaptă mai înaltă, prin crearea de specialiști în acest gen specific de lucrări.

Una din problemele cele mai importante în domeniul aparatelor de cîntărit, pentru a cărei rezolvare trebuie depuse eforturi deosebite, este cea a reparării balanțelor analitice, aparate de măsurat extrem de sensibile și a căror mînuire cere condiții speciale. MIMCM s-a preocupat de această problemă strîns legată de determinările de laborator, cu directă repercursiune asupra calității producției. Prin sprijinul direct al Direcției Generale de Metrologie s-a reușit să se formeze un nucleu de specialiști la Uzinele „Balanța" — Sibiu. Această uzină, prin echipe volante, efectuează reparații de astfel de balanțe în întreprinderile ministerului, chiar la locul de folosire. Aparatele al căror grad de uzură este prea mare, se trimit spre reparare în atelierele speciale ale uzinei.

Deosebit de importanta problemă a reparării balanțelor analitice, trebuie să intereseze deopotrivă toate ministerele care dețin un număr important din astfel de aparate de măsurat, ca de pildă Ministerul Industriei Chimice. Acesta din urmă, ar trebui să-și creeze de asemenea un corp de mecanici de precizie, pentru astfel de lucrări din domeniul mecanicei fine.

Organele de reparat existente în organizațiile industriale și cele ce se vor creia într-un viitor cît mai apropiat, vor trebui să efectueze reparații de balanțe analitice și pentru întreprinderi și alte ministere, pentru care nu este rentabil și economic să organizeze reparațiile în acest domeniu.

3. DOMENIUL TERMOTEHNIC

Organizarea reparațiilor în acest domeniu impune în mod necesar o colaborare — cu sprijinul activ și îndrumarea Direcției Generale de Metrologie — între MIMCM, Ministerul Industriei Petrolului, Ministerul Industriei Chimice și în special M.E.E.I.E.

Pentru manometre, prevedem cuprinderea reparațiilor atît în MIMCM cît și în MIP, precum și în unitățile UCECOM, care prin

atelierele sale de reparații trebuie să desfășoare o activitate susținută în acest domeniu.

4. FORȚE – DURITĂȚI

Aparatele de măsurat din domeniul forțelor, se repară prin asistența tehnică a organelor DGM : sectorul metrologic din Timișoara, în colaborare cu întreprinderile interesate și în funcție de posibilitățile tehnice ale acestora din urmă.

Reprarea aparatelor de duritate poate constitui o problemă de viitor pentru uzinele „Balanța" — Sibiu, după asimilarea completă a reparațiilor de balanțe analitice.

5. APARATAJ DE MĂSURAT ELECTRIC

Repararea aparatelor de măsurat electrice uzuale, constituie una din problemele esențiale ce urmează să se rezolve, întrucît în mod practic acestea se execută numai în mod izolat și cu totul neorganizat.

Credem că MEEIE trebuie să se preocupe în mod special de această problemă a reparațiilor aparatelor de măsurat, creindu-se în acest scop ateliere anume profilate.

De asemenea Ministerul Industriei Petrolului și Ministerul Poștelor și Telecomunicațiilor ar putea aduce o importantă contribuție în acest domeniu.

Unitățile UCECOM, execută în prezent pe o scară extrem de redusă reparații de aparate de măsurat electrice.

Avînd în vedere importanța preciziei aparatajului de măsurat electric, strîns legată atît de procesul de producție, cît și de un rațional consum de energie și combustibil, credem că Direcția Generală de Metrologie — ca organ coordonator — ar trebui să analizeze problema cu factorii interesați, pentru a se putea trece la efectuarea de reparații și în acest domeniu pe o scară cît mai largă, în scopul satisfacerii cerințelor mai urgente, în special pentru întreprinderile care nu sînt în măsură să facă ele singure față nici primelor nevoi.

* * *

In cuprinsul acestui articol, nu s-a vorbit de reparațiile utilajului de măsurat de înaltă precizie, cu excepția calelor plan paralele.

Dacă reparația mijloacelor de măsurat uzuale este organizată în oarecare măsură, cu totul neorganizată apare pînă în prezent problema reparațiilor aparatelor de precizie înaltă, în special a celor optice : optimetre, interferometre, microscoape diferite, pirometre, etc., precum și a aparatajului model din diferitele domenii.

Repararea unor aparate de măsurat optice, ar trebui să constituie o preocupare pentru întreprinderile de specialitate din MIMCM.

Intrucît ne găsim de abia la începutul introducerii disciplinei metrologice în întreprinderi și nu se posedă suficiente cadre de specializare în reparații de precizie, apare în mod arzător necesitatea unui atelier care să efectueze asemenea reparații.

Pentru a nu se risipi cadrele de specialiști și utilajele, în actuala fază de organizare a metrologiei, rezultă nevoia organizării, unui atare atelier de reparații, care să fie în măsură să înlăture, cel puțin în parte, lipsurile din acest domeniu.

Credem că pentru moment și pentru considerentele expuse mai sus, singurul organ în măsură să poată organiza acest nucleu central este Direcția Generală de Metrologie. Nucleul trebuie organizat și îndrumat de către organele de specialitate ale Direcției Generale de Metrologie prin concentrarea specialiștilor ce se găsesc răspîndiți la diversele întreprinderi din țară.

Atelierul menționat mai sus, organizat pe lîngă DGM care apreciem că va constitui baza de plecare a unei noi etape de dezvoltare a reparațiilor de aparate de măsurat, astfel cum s-a întîmplat în cazul balanțelor analitice, ar trebui să aibă următorul profil final :

1 — Lungimi : — etaloane de lungimi
— optimetre
— microscoape
— mașini universale de măsurat lungimi
— proiectoare,
2 — Forțe — dinamometre model
— extensometre de precizie
— plăcuțe de duritate
3 — Electric : — rezistențe etalon și elemente Weston
— milivoltmetre clasa 0,2 sau 0,1
— potențiometre de precizie
— pirometre optice etalon

Pentru început, atacînd în general problema aparatelor de precizie, atelierul va trebuie să se dezvolte pe specialități, din care să se desprindă treptat, în etape, nuclee specializate pe diferitele domenii, constituind astfel **unități regionale de reparații**, deservind nevoile întreprinderilor din regiunile respective, pentru anumite mijloace de măsurat, astfel cum se va arăta în continuarea acestui articol. Aceste ateliere vor trebui să fie întărite cu specialiștii care activează în prezent în diverse întreprinderi din țară.

* * *

Ridicarea calității reparațiilor este o problemă strict legată de precizia mijloacelor de măsurat și are un rol din ce în ce mai mare, pe măsura introducerii tehhicii noi și automatizării proceselor tehnologice în întreprinderi. Este deci necesar ca reparațiile acestui utilaj să fie așezate pe o treaptă mai înaltă și organizate în toate domeniile, intervenind cu folos acolo unde nevoile o cer.

In lumina acestor considerente și analizînd principiile expuse în prezentul articol, schema organizării reparațiilor mijloacelor de măsurat, pe etape, se apreciază că ar trebui să fie cea mai jos indicată.

Organizînd reparațiile pe principiile expuse și în etapele arătate, se cuprind, pe de o parte, toate reparațiile și se degrevează ministerele în al căror profil nu intră astfel de lucrări.

Denumirea utilajului metrologic	Organul care efectuează reparaţiile		
	Situaţia actuală	Etapa I-a	Etapa II-a (finală)
1	2	3	4
— Lungimi — Şublere — Micrometre	— Diverse Ministere — UCECOM	M.I.M.C.M. — 21 Decembrie — I. Rangheţ — Infrăţirea — O uzină în Estul ţării	
— Comparatoare cu cadran 1/100 şi 1/1000	—„—	M.I.M.C.M. — 21 Decembrie	
— cale plan paralele	—	M.I.M.C.M.	
— Mase — Balanţe analitice	— Diverse Ministere — UCECOM	MIMCM : Uz. Balanţa MICh	
— Balanţe uzuale	— UCECOM — Diverse Ministere	— UCECOM	— Regionale de reparaţii — UCECOM
— Termotehnice	—„—	MEEIE MICh MIMCM MIP	— Pentru determinate sectoare : regionale de reparaţii — UCECOM
— Forţe	— Diverse ministere — DGM — UCECOM	— Diverese Ministere	Regionale de reparaţii
— Aparate de duritate	— Diverse Ministere — DGM — UCECOM	—„—	— Regionale de reparaţii — MIMCM : Uz. Balanţa
— Electrice		— MEEIE	— MEEIE — Regionale de reparaţii
— Optice, aparataj model		— DGM	— DGM (pt. etaloane) — Regionale de reparaţii

Cu excepţia Uzinelor „21 Decembrie", „I. Rangheţ", „Infrăţirea", „Balanţa" şi unele întreprinderi din diferitele ministere specializate în lucrări de reparaţii de utilaje de măsurat, în viitor reparaţiile se vor executa în general de către regionalele de reparaţii, ce urmează să se organizeze pe diferitele specialităţi.

* * *

Am expus în prezentul articol, organizarea reparaţiilor de utilaje metrologice mergînd pe principiul economisirii forţelor, problemă ce se poate realiza numai prin grija unui organ coordonator, care trebuie să fie Direcţia Generală de Metrologie şi care potrivit prevederilor legale, trebuie să impună şi să aplice această politică de economie.

Mergînd pe linia indicată, Ministerele şi organizaţiile economice centrale din R.P.R. ar avea în general numai preocuparea de a organiza o largă reţea de laboratoare metrologice, care să asigure în permanenţă precizia utilajului de măsurat.

Ca şi în cazul reparaţiilor, credem că trebuie urmărită organizarea reţelei de laboratoare metrologice, pe specificul fiecărui minister în parte, pentru a se putea realiza şi în acest caz o organizare economică, problemă ce desigur trebuie să fie o preocupare a Direcţiei Generale de Metrologie în cel de al doilea plan cincinal şi la care această direcţie are de spus un cuvînt hotărîtor.

CONSULȚAȚII METROLOGICE

Tovarășul C. Vasilescu, șeful serviciului control al unei uzine constructoare de mașini ne întreabă :

— *Avem un laborator de măsurări înzestrat între altele cu un optimetru orizontal și cu alte aparate de precizie. Pentru a asigura calitatea cît mai înaltă a măsurărilor aș dori să știu cum pot alege pe cel mai corespunzător dintre cei doi verificatori cu experiență pe care îi avem în acest sector. Această alegere este neapărat necesară pentru a ști cui să încredințăm determinările de cea mai înaltă precizie care trebue să se execute uneori în laboratorul nostru. Observăm că ambii verificatori sînt bine calificați din punct de vedere al pregătirii profesionale și au practică în acest domeniu.*

La această întrebare răspundem următoarele :

— Problema pusă mai sus este interesantă și prezintă importanță pentru cazul dat ; ea poate fi rezolvată cu obiectivitate, pe baza unor măsurări efectuate de către acești tovarăși.

In acest scop este, de exemplu, suficient să se ceară ca fiecare dintre cei doi controlori să repete măsurarea aceleiași dimensiuni de mai multe ori.

Să presupunem că în cazul concret de mai sus, s-a dat ambilor verificatori să măsoare, cu ajutorul aceleiași cale plan-paralele — model, o altă cală plan-paralelă, avînd dimensiunea de 50 mm. Operația urma să se execute la optimetrul orizontal.

Controlorul A, făcînd 5 determinări, a obținut rezultatele :

49,997 2 ; 49,996 8 ; 49,997 2 ; 49,997 2 ; 49,997 0 mm

Controlorul B, a făcut 6 determinări, obținînd rezultatele :

49,996 8 ; 49,996 6 ; 49,996 4 ; 49,997 2 ; 49,996 4 ; 49,996 8 mm

Se pune problema : ce ne pot spune aceste două șiruri de valori cu privire la calificarea, la atenția, la aptitudinea celor doi verificatori pentru măsurările de precizie pe care le-au executat ?

Inainte de a arăta calea care duce la rezultat trebuie să atragem atenția că diferența dintre cei doi verificatori se poate manifesta în două feluri :

— ca diferență dintre rezultatele medii obținute de cei doi tovarăși, diferență care arată dacă ambii au reglat corect aparatul, dacă au lucrat la aceeași temperatură, în consecință, dacă determinările ambilor au fost juste ;

— că împrăștierea mai mult sau mai puțin mare între valorile obținute de către același verificator, împrăștiere care denotă atenția, gradul de calificare și capacitatea verificatorului de a executa măsurări precise.

Cu alte cuvinte :

— diferența dintre mediile aritmetice ne poate arăta dacă unul dintre cei doi verificatori (fără să putem preciza deocamdată care anume dintre ei) nu a făcut cumva o eroare sistematică, nu a lucrat cumva în condiții esențial diferite de celălalt (insuficienta menținere a calelor la temperatura ambiantă, reglaj greșit, aderarea imperfectă a calelor în bloc —dacă s-a lucrat cu un bloc de cale — etc.) la toate determinările pe care le-a făcut pentru a calcula media ;

— diferența dintre intervalul împrăștierii rezultatelor obținute de cei doi verificatori ne-ar putea indica dacă atenția, calificarea, grija pusă în executarea fiecărei determinări, respectiv capacitatea de a efectua măsurări de precizie, este mare sau mică.

Pentru a lămuri problema concret, vom calcula mai întîi mediile aritmetice ale valorilor obținute de fiecare din cei doi verificatori și apoi intervalele de împrăștiere ale fiecărui șir, adică diferențele w dintre valorile extreme ale șirului.

Din valorile de mai sus rezultă :

— pentru verificatorul A

$\bar{x}_A = 49{,}997\ 1$ mm ; $w_A = 0{,}0004$ mm ;

— pentru verificatorul B

$\bar{x}_B = 49{,}996\ 7$ mm ; $w_B = 0{,}0008$ mm.

Prin $\bar{x}_A$ și $\bar{x}_B$ am notat mediile aritmetice ale rezultatelor verificatorului *A* respectiv *B*, de asemenea prin w_A și w_B am notat intervalele de împrăștiere ale celor doi verificatori.

După cum se vede, există o diferență atît între cele două medii (0,0004 mm) cît și între cele două intervale de împrăștiere.

Se pune întrebarea : aceste diferențe ne îndreptățesc oare să presupunem că între cei doi verificatori există deosebiri de genul celor semnalate mai sus. ? Această întrebare este întradevăr justificată deoarece numai faptul că există diferențe între medii sau că există diferențe între intervalele de împrăștiere, încă nu poate fi o dovadă de diferențele reale în modul de executare a determinărilor între cei doi verificatori.

Credem în adevăr că este clar că nu ne-am fi putut aștepta ca cele două rezultate medii să fie exact identice, decît doar din întîmplare ; tot astfel nu ne putem aștepta nici ca intervallele de împrăștiere să fie egale.

In această situație se pune problema de a găsi niște criterii care să ne arate cît de mare ar trebui să fie diferența dintre cele două medii pentru ca să putem afirma cu suficientă siguranță că ea este *semnificativă* adică că ea se datorește unei diferențe esențiale între condițiile în care au lucrat cei doi verificatori, și nu

numai unei diferențe întîmplătoare, ne-semnificative. Același gen de criterii trebuie să găsim și în ceea ce privește împrăștierea valorilor din cele două șiruri. In cele ce urmează vom da criteriile cele mai cunoscute, aplicîndu-le la cazul concret pe care l-am luat ca exemplu.

Diferența dintre medii

Se demonstrează că valoarea

$$t = \frac{\bar{x}_A - x_B}{\sigma}\sqrt{\frac{n_A\, n_B}{n_A + n_B}}$$

are o distribuție de frecvență bine cunoscută, dependentă numai de valoarea $n_A + n_B - 2$, denumită : „Număr de grade de libertate".

In relația de mai sus :

$\bar{x}_A$, $\bar{x}_B$ — sînt mediile aritmetice a două șiruri de măsurări executate asupra aceleiași mărimi în condiții presupuse identice :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2_{Ai} + \sum X^2_{Bi} - \left(n_A \bar{x}^2_A + n_B \bar{X}^2_B\right)}{n_A + n_B - 2}}$$

— este eroare medie pătratică pentru ambele șiruri considerate împreună ;

— n_A, n_B reprezintă numărul de determinări în cele două șiruri ;

X_{Ai}, X_{Bi} — valorile rezultatelor individuale din șirurile respective.

Dacă valoarea t găsită din șirurile care ne interesează va fi mai mare decît o valoare dată t_α putem afirma cu suficientă siguranță că între medii deosebirea este semnificativă și deci că între verificatori există o diferență în ceea ce privește justețea executării celor două șiruri.

Pentru a concretiza calea arătată, vom aplica criteriul amintit chiar pentru cazul în chestiune.

Efectuînd calculele, se obține $\sigma = 0{,}243$ microni.

Exprimînd și mediile în microni, vom avea

$$t = \frac{49\,997{,}1 - 49\,996{,}7}{0{,}243}\sqrt{\frac{5 \times 6}{5 + 6}} = 2{,}53$$

Pentru ușurarea calculelor, există tabele care dau pentru diferiți $n_A + n_B$ valorile t_α care sînt întrecute de t cu anumite probabilități date α, dacă cele două șiruri au fost executate în aceleași condiții.

Constatăm că valoarea $t = 2{,}53$ găsită pe baza datelor din cele două șiruri se află între valoarea 2,26, pentru care probabilitatea de depășire este 0,05 (5%) și valoarea 3,25 pentru care această probabilitate este de 0,01 (1%). In această situație, probabilitatea fiind mică, putem afirma că între condițiile (temperatură, reglaj, etc) în care au lucrat cei doi verificatori, există o diferență esențială.

Diferența dintre intervalele de împrăștiere. Pentru a stabili dacă diferența dintre intervalele de împrăștiere este semnificativă, adică dacă ea dovedește că între modul cum cei doi verificatori au efectuat măsurările există o deosebire de calitate, de calificare, de atenție, etc. vom aplica criteriul coeficientului de dispersie.

Se numește coeficient de dispersie F raportu dintre pătratele erorilor medii pătratice a două șiruri de măsurări calculate (prezumptiv) cu aceeași grijă, pătratul celei mai mari fiind la numărător.

Se poate demonstra că, dependent de n_A și n_B valoarea acestui raport, dacă nu există deosebiri de calitate între șiruri, are o distribuție cunoscută. Și în acest caz se poate găsi o valoare limită (mare) pentru F, a cărei depășire este foarte puțin probabilă (de exemplu : 0,05%). Notăm valoarea cu simbolul $F_{0,05}$.

Dacă valoarea găsită din șirurile care ne interesează va fi mai mare decît aceasta, avem motive serioase să afirmăm că există deosebire între cei doi verificatori. In caz contrar vom spune că rezultatul cercetării nu contrazice presupunerea inițială că între cei doi verificatori nu există deosebire de calitate la executarea celor două șiruri de măsurări.

In exemplul concret pe care l-am dat calculăm mai întîi pe σ^2_A și σ^2_B cu ajutorul relației :

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X_i - M)^2 - n(\bar{X} - M)^2}{n-1}$$

Alegînd ca mai sus pe M = 49,997 obținem

— pentru verificatorul A

$$\sigma^2_A = \frac{0{,}2^2 + 0{,}2^2 + 0{,}2^2 + 0{,}2^2 + 0^2 - 5 \times 0{,}1^2}{5-1} = 0{,}0275$$

— pentru verificatorul B

$$\sigma^2_B = \frac{0{,}2^2 + 0{,}4^2 + 0{,}6^2 + 0{,}2^2 + 0{,}6^2 + 0{,}2^2 - 6 \times 0{,}3^2}{6-1} = 0{,}092$$

In consecință, valoarea F rezultată din cele două șiruri este :

$$F = \frac{\sigma^2_B}{\sigma^2_A} = \frac{0{,}092}{0{,}0275} = 3{,}35$$

Din tabele găsim

$$F_{0,10} = 4{,}05$$

Deci, probabilitatea de a găsi F = 3,35 este mai mare decît 0,10 (10%) și în consecință nu putem afirma că ar exista o deosebire semnificativă de calitate între cei doi controlori.

Pentru a putea fi mai siguri de această afirmație, trebuie să se mărească numărul de determinări efectuate de ambii verificatori.

Inainte de a încheia trebuie să atragem atenția că, dacă, pe baza unui număr restrîns de determinări diferența dintre medii sau raportul dintre pătratele abaterilor medii pătratice sînt semnificative, putem afirma cu certitudine statistică mare că diferențele existente în ceea ce privește condițiile în care s-a lucrat sau grija cu care s-a lucrat între cele două șir uri, sînt reale.

Dacă însă, tot pe lîngă un număr redus de măsurători, rezultatul cercetării nu arată că diferențele sînt semnificative, nu se poate spune că ele nu sînt semnificative decît după ridicarea numărului de determinări și calcularea din nou a valorilor pentru cele două criterii. Am ținut să atragem atenția în special asupra celui de al doilea fapt pentru a nu se trage concluzii greșite și nesigure în cazuri similare.

Mărăzeteni F
2434
VIII

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
DOMER - CARE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

5

Mai 1956

Nr. 5
MAI
1956

METROLOGIA APLICATĂ

ORGAN AL DIRECŢIEI GENERALE DE METROLOGIE DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIŞTRI

APARE SUB CONDUCEREA UNUI COMITET DE REDACŢIE

SUMAR

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. A. BIELUSICI — Laureat al Premiului de Stat: Un densitometru obiectiv cu lectură directă pentru filmele alb-negre şi color . . 3

M. SOLOMON: Aspecte generale ale problemei măsurării concentraţiei de gaze 10

Ing. ST. MISCOVITS: Metoda de determinare a durităţii pe cale dinamică, cu ajutorul aparatului de tip Poldi 15

Ing. D. SAVOPOL: Metode pentru măsurarea iluminărilor şi fluxurilor luminoase 22

Ing. L. SCHAPIRA: Scările aparatelor de măsurat 28

Ing. R. MOŢOI: Metode de verificare a coaxialităţii lagărelor cu dispozitive colimator-lunetă 32

Ing. S. MANOLESCU: Mijloacele folosite la verificarea maşinilor cu care se încearcă rezistenţa materialelor supuse solicitărilor statice 37

Ing. I. TEODORESCU: Unele metode de laborator pentru controlul calităţii ţesăturilor. (Partea II-a) 40

PROBLEME ECONOMICO-ORGANIZATORICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. GH. CIOCLOV: Tehnica măsurărilor — mijloc principal de progres şi de asigurare a calităţii produselor 46

CONSULTAŢII METROLOGICE

REDACŢIA
ŞI
ADMINISTRAŢIA

DIRECŢIA GENERALĂ DE METROLOGIE

Str. ŞTIRBEI VODĂ, 189
TELEF. 62031

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Инж. А. ВЕЛУШИЧ, лауреат госуд. премии, Денсиметр — объектив с непосредственным отсчетом для бело-черных и цветных пленок 3
М. СОЛОМОН: Общий обзор по вопросу измерения концентрации газов 10
Инж. ШТ. МИШКОВИЧ (Тимишоара): Способ определения твердости динамическим путем при помощи прибора Польди 15
Инж. Д САВОПОЛ: О способах измерения освещенности и св товых потоков 22
Инж. Л. ШАПИРО: Шкалы измерительных приборов 28
Инж. Р. МОЦОЙ: О способах поверки соосности подшипников при помощи приборов коллиматор-труба 32

Стр.

Инж. С. МАНОЙЛЕСКУ: Средства применяемые при поверке машин для испытания сопротивления материалов при статических нагрузках . . 37
Инж. И. ТЕОДОРЕСКУ: Некоторые лабораторные способы контроля тканей по качеству (часть 2-ая) 40

ЭКОНОМИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Инж. Г. ЧОКЛОВ. Хунедоара: Техника измерений — основное средство прогресса и обеспечения производства качественных изделий 46

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ КОНСУЛЬТАЦИЯ

SOMMAIRE

Pag.

PROBLÈMES TEHNIQUES DE LA METROLOGIE APPLIQUÉE

Ing. BIELUŞICI A. — lauréat du prix d'Etat: Un densitomètre objectif à lecture directe, pour les films blanc-noir et color 3
M. SOLOMON: Aspects généraux du problème concernaut la mesure de la concentration des gaz 10
Ing. ST. MISCOVITS: Méthode pour déterminer la dureté par voie dynamique, à l'aide de l'appareil du type Poldi 15
Ing. D. SAVOPOL: Méthodes pour la mesure des illuminations et du flux lumineux 22
Ing. L. SCHAPIRA: Les échelles des appareils de mesure 28

Pag.

Ing. R. MOŢOI: Méthodes pour la vérification de la coaxialité des paliers, à l'aide des dispositifs collimateur-lunette 32
Ing. S. MANOLESCU: Moyens utilisés au contrôle des machines pour l'essai de résistence des matériaux soumis aux sollicitation statiques 37
Ing. I. TEODORESCU: Quelques méthodes de laboratoire pour le contrôle qualitatif des tissus (deuxième partie) 40

PROBLÈMES ÉCONOMIQUES ET D'ORGANISATION DE LA MÉTROLOGIE APPLIQUÉE

Ing. GH. CIOCLOV: La technique des mesures — principal moyen pour assurer le progrès et la bonne qualité des produits 46

CONSULTATIONS MÉTROLOGIQUES

Un densitometru obiectiv cu lectura directă pentru filmele alb-negru și color

Ing. ANTON BIELUSICI
Laureat al Premiului de Stat

Дается описание денсиметра неполь.зующего „интеграционный цилиндр" соединенный с постоянным высокопроизводительным усилителем. Отсчет рассеянных плотностей производится непосредственно на миллиамперметре с многократной логарифмической шкалой При и мерении плотности в направленном свете (фонограммы), прибор снабжен вторым оптическим путем без интеграционного. Автор предлагает этот прибор для внедрения его на заводах для изготовления светочувствительных материалов, а также и для лабораторий в которых производится обработка кинематографических пленок.

★

On décrit un densitomètre, comprenant un cylindre à integration, combiné a un amplificateur stable à haut rendement.

La lecture des densités diffuses se fait directement, a l'aide d'un milliampèremètre à échelle logarithmique multiple pour mesurer les densités en lumière dirigée (les phonogrammes), l'appareil a une deuxième voie optique, où le cylindre à integration est supprimé.

L'auteur propose cet appareil comme prototype a l'usage des fabriques de matériaux sensibles à la lumière, ainsi que pour les laboratoires de developpement et tirage des pellicules cinématographiques.

In practica sensitometriei fotografice, calitățile materialelor foto-sensibile, plăcile și hîrtia foto, precum și pelicula cinematografică, se determină cu ajutorul *curbei de înnegrire*, adică cu ajutorul relației dintre intensitatea radiației care acționează asupra materialului sensibil la lumină și înnegrirea precipitatului de argint, obținut printr-o developare subsecventă. Determinarea pe cale experimentală a acestei curbe este necesară pentru a stabili proprietățile de utilizare ale materialului fotosensibil, metoda de developare, factorul de contrast gama, latitudinea de expunere precum și sensibilitatea acestui material. In alte cazuri, cînd nu e nevoie să se determine calitățile imaginei fotografice, ci numai densitatea înnegririi stratului sensibil, pentru a putea determina cantitativ intensitatea radiației, e nevoie de asemenea să se cunoască legea de înnegrire. Exemple de acest fel avem în spectrografie (determinarea intensității radiației în spectru), în astronomie (determinarea ordinului de mărime al stelelor), dozajul razelor x, repartiția iluminării pe căi rutiere precum și în multe alte domenii ale științei sau tehnicii industriale.

In lucrarea de față se va expune pe scurt cum se determină înnegrirea materialelor fotosensibile și apoi se va descrie un aparat simplu pentru efectuarea unor astfel de măsurări.

1. Definiția înnegririi și principiul de măsurare.

Să presupunem că asupra unui material fotosensibil a acționat un anumit timp un flux luminos. După developare, acesta va avea schematic aspectul din fig. 1.

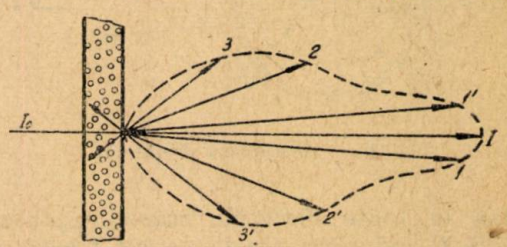


Fig. 1 — Dispersiunea luminii într-un strat fotografic microgranular

Fie I_0 cantitatea de lumină incidentă pe materialul fotosensibil, iar I cantitatea de lumină care trece prin transparență prin același material. Densitatea înnegririi este dată de relația :

$$D = \log 10 \frac{I_0}{I} \qquad (1)$$

Cu toate că această relație ne dă o idee despre ceea ce se numește înnegrire, ea este insuficientă pentru o măsurare cantitativă. Dacă

precipitatul de argint ar fi un material perfect omogen, măsurarea densității ar fi o problemă extrem de simplă, rezumîndu-se doar la măsurarea celor două valori : I_0 și I. Precipitatul de argint avînd însă o structură, granulară difuzează fluxul luminos incident. Dacă acest fapt nu se ia în considerație, măsurarea va depinde de felul cum lumina cade asupra stratului înnegrit, precum și de felul cum ea este culeasă după trecerea prin strat, cu alte cuvinte va depinde de constantele optice ale aparatului folosit. O parte din lumina incidentă este absorbită de strat, iar o altă parte este reflectată și dispersată. Fenomenul dispersiunii este arătat în fig. 1, unde se vede că razele de lumină își modifică direcția lor, iar ca rezultat fascicolul de raze care iese din strat, nu se mai găsește în continuarea fascicolului incident. Direcțiile și intensitățile corespunzătoare razelor de lumină sînt indicate prin săgețile numerotate. Cantitatea cea mai mare de lumină I, emanată de strat, merge în direcția arătată de săgeata cea mai lungă I, adică în direcția inițială . In celelalte direcții 1—1′, 2—2′, 3—3′, simetrice față de I, intensitatea luminoasă se micșorează. Dacă se unesc vîrfurile acestor vectori, obținem o *curbă de repartiție luminoasă*, caracteristică pentru refracția luminii prin stratul foto-sensibil microgranular.

2. Densitatea difuză și dirijată.

Să presupunem din nou că pe stratul granular înnegrit se trimite un fascicol de raze paralele I_0 și cu ajutorul unei sfere numită „sfera de integrare" a cărei suprafață interioară

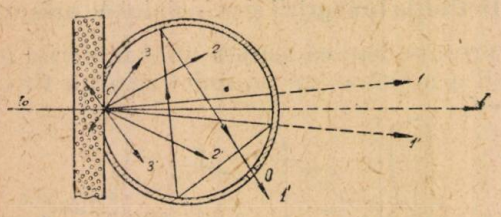


Fig. 2a — Densitatea difuză $D_{\perp}$

reflectă în toate direcțiile razele captate de orificiul C, adunăm razele ce au trecut prin stratul foto-sensibil developat și înnegrit. In

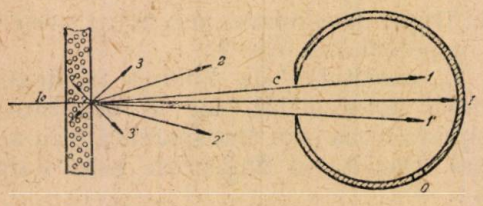


Fig. 2b — Densitatea specular $D_{||}$

cazul cînd sfera integrantă se găsește în contact cu stratul înnegrit (fig. 2 *a*), ea adună întreaga lumină provenită de la strat. In sferă se mai găsește un al doilea orificiu O, prin care se poate măsura luminozitatea suprafeței sale interioare. Cu alte cuvinte, în acest condiții se poate măsura întregul flux luminos ieșit din strat. In cazul cînd sfera se așează la o distanță mai mare, în raport cu dimensiunea orificiului de intrare C, (fig. 2 *b*) ea va culege numai razele ce au trecut prin strat, fără să-și schimbe direcția inițială. Este evident că, măsurîndu-se această cantitate de lumină, vom obține un flux luminos mai mic. Dacă valoarea fluxului luminos, măsurată ca în 2 *b*, este substituită în relația (1), valoarea rezultantă pentru D se numește *densitate dirijată* sau specular (de oglindă) și se înseamnă cu simbolul $D_{||}$.

Dacă în schimb se măsoară fluxul ca în 2 *a*, rezultatul este cunoscut sub numele de *densitate difuză* a precipitatului de argint. Densitatea difuză se înseamnă cu simbolul $D_{\perp}$ și este mai mică în valoare ca densitatea dirijată. Raportul între densitatea dirijată și cea difuză poartă denumirea de coeficientul lui Callier și se notează cu litera Q.

$$Q = \frac{D_{||}}{D_{\perp}}$$

Intrucît dispersia luminii în straturile fotosensibile se datorește granulelor de argint precipitat, factorul lui Callier va fi diferit în funcție de structura sa microgranulară.

In densitometrele cu citire în lumină difuză se obișnuiește în general să se difuzeze lumina incidentă. De regulă difuzarea luminii se face intercalîndu-se un geam opal între sursa de lumină și precipitatul de argint, emulsia fiind pusă în contact direct cu suprafața netedă a geamului difuzant. Un anumit con de lumină difuză, transmisă, este colectat de pupila de intrare a sistemului optic, particular acestui tip de densitometru.

Se relevă faptul că deoarece cu un geam opal este imposibil să se obțină o dispersiune perfectă pentru un unghiu mai mare de 180°, în aceste condiții inserțiunea unui precipitat fotografic microgranular va tinde să disperseze mai departe lumina incidentă. Deoarece dispersiunea crește odată cu creșterea densității, în pupila de intrare a aparatului va pătrunde din ce în ce mai puțin flux luminos transmis, ceea ce face ca lecturile să devieze de la condiția unei difuziuni de 100%, impusă de teorie, fluxul luminos rămînînd și mai departe colimat.

3. Densitatea sferei integrante.

Funcționarea sferei integrante este ilustrată în fig. 3. O rază care cade pe o mostră de peliculă așezată la intrarea în sferă, este dispersată de stratul de emulsie microgranular.

Razele dispersate sînt reflectate de nenumărate ori sub unghiuri diferite de pereții interiori ai sferei. Suprafața interioară a sferei este acoperită cu un material foarte difuzant și reflectant, datorită căruia se realizează o strălucire

uniformă. Această strălucire este direct proporțională cu fluxul total de lumină care pătrunde în sferă.

Întrebuințarea ecranului *P* arătat în fig. 3 are drept scop să împiedice razele directe, reflectate

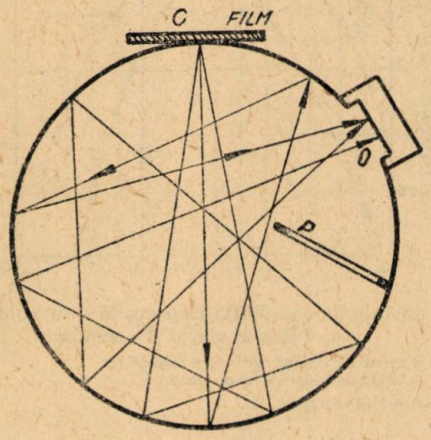


Fig. 3 — Schiță ilustrînd acțiunea difuzantă a sferei de integrare.

de suprafața interioară a sferei, să pătrundă în fotocelulă. Aceasta este intens luminată atunci cînd la aparat nu s-a pus film sau cînd filmul are o densitate scăzută. Curentul electric produs de fotocelulă este proporțional cu strălucirea pereților sferei și ca atare proporțional și cu fluxul luminos transmis prin peliculă. Pentru a măsura densitatea fotografică cu ajutorul unei sfere integrante, trebuie să se măsoare curentul în celulă mai întîi fără emulsia cu precipitatul de argint și apoi cu această emulsie.

Logaritmul zecimal al raportului între prima și a doua lectură a curenților dați de fotocelulă, ne va da densitatea difuză a precipitatului de argint.

4. Randamentul optic al sferei. Cilindrul de inetegrare.

Randamentul sferei, determinat prin raportul între lumina care ajunge pe celulă și aceea care pătrunde în sferă, este foarte scăzut. Așezînd fotocelula în modul arătat în fig. 3 și cu o suprafață difuzantă din oxid de magneziu în interiorul sferei, se obține un randament care echivalează cu introducerea unei densități suplimentare cuprinsă între 1,3 și 1,5.

De aceea, în locul sferei de integrare, capătă din ce în ce mai mult teren întrebuințarea unui cilindru (fig. 4) cu pereții interiori reflectanți, care se bucură de toate proprietățile sferei.

Prin analogie cu sfera, cilindru a fost numit, „cilindru de integrare". sau „bară de integrare" și realizează o strălucire uniformă în interiorul său. Randamentul cilindrului de integrare este cu mult mai mare decît cel a sferei. Pierderile de lumină datorită absorbției pe pereții interiori ai cilindrului, sînt mai mici, echivalînd cu introducere unei densități suplimentare de numai 0,6.

Densitometrul de culoare de tipul „ cu integrare", destinat măsurării densității difuze pentru regiunile spectrale corespunzătoare celor trei culori fundamentale, albastru, verde și roșu ale filmului colorat, precum și pentru regiunea vizuală, utilizează un cilindru integrator și face posibilă măsurarea unor densități în culori cu o valoare mai mare ca 3.

Prin suprimarea cilindrului de integrare, cu acest aparat se pot măsura densități în lumină dirijată, respectiv fonogramele filmului alb — negru și color, pînă la valori ce depășesc chiar densitatea indicată mai sus.

In fig. 4 este arătată schema optică a acestui aparat. Ca sursă de lumină se folosește un bec de 12 volți și 50 watti cu o temperatură de culoare de aproximativ 3000 °K, cu o durată de funcționare de cca 500 ore. Un soclu special asigură becului un contact electric perfect și o corectă așezare în axul optic. Dispozitivul mai este prevăzut cu un reglaj orizontal și altul vertical al poziției soclului.

Condensatorul are o corecție acromatică totală și proiectează imaginea filamentului în planul unei măști metalice prevăzută cu 2 orificii interșanjabile. Un disc obturator și un filtru termic sînt așezate între condensator și mască. Discul obturator prevăzut cu 12 orificii circulare acționat de un motor sincron la

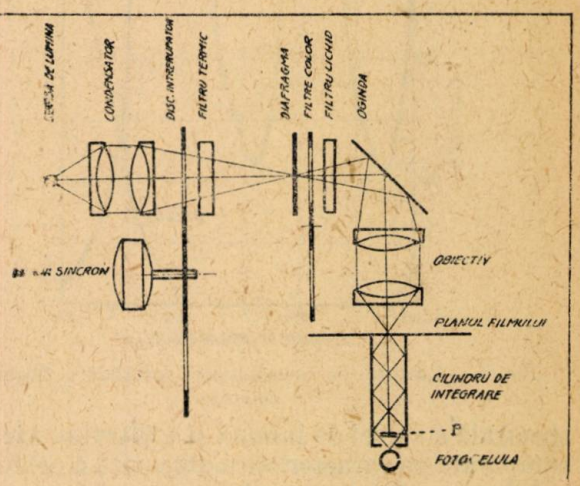


Fig. 4 — Schema optică a densitometrului fotoelectric.

3000 t/min. modulează fluxul luminos provenit dela bec cu o frecvență de 600 Hz,. făcînd posibilă folosirea unui amplificator stabil de curent alternativ. Filtrul termic este un filtru de sticlă Schott BG 19 cu o grosime de 2 mm. și este montat în mod permanent în parcursul luminii.

In imediata apropiere a filtrului termic, după masca metalică cu diafragme și suportul filtrelor colorate, se află într-o cuvă specială un filtru lichid (soluție de 5% clorură de cupru)

care servește la eliminarea transmisiei filtrelor de selecție strictă, care de regulă lasă să treacă lumina infraroșie (filtrul albastru și verde dar mai cu seamă filtrul roșu), așa cum se vede în fig. 5 (linia punctată).

Cele două orificii practicate în masca metalică menționată mai sus, pot fi utilizate pe rînd pentru a se face măsurări de densități. Unul dintre orificii este rotund și dă prin proiecție, în raportul de 2,1 pe suprafața peliculei, un cerc cu diametrul de 1,2 mm.; celălalt este dreptunghiular și luminează o suprafață de 3,17 × 0,38 mm. Orificiul rotund este destinat pentru măsurarea fotogramelor, iar cel dreptunghiular pentru măsurarea fonogramelor cu inregistrare transversală.

Un obiectiv, corectat complect din punct de vedere cromatic și prevăzut cu stratul „*T*", proiectează pe peliculă, prin oglinda inclinată la 45°, imaginea orificiului care urmează să fie măsurată.

5. Caracteristicile spectrale ale filtrelor de selecție strictă și vizuală.

Benzi spectrale inguste pot fi izolate din lumina albă cu ajutorul filtrelor de selecție strictă. Caracteristicile de densitate ale acestor filtre sînt arătate în fig. 5. In fig. 6 se arată distribuția

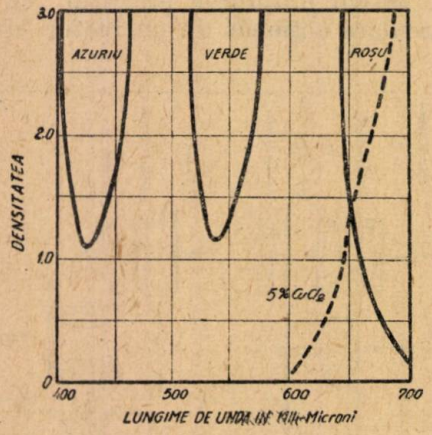


Fig. 5 — Curbele de sensibilitate spectrală a filtrelor colorate.

spectrală a sursei de lumină și a filtrului vizual, comparată cu caracteristica obișnuită a ochiului.

Filtrele : albastru, verde, și roșu sînt montate pe un disc cu index care se poate roti pentru a le aduce pe rînd în fascicolul de lumină.

Filtrul albastru este un filtru Schott GB 12 de 2 mm. grosime, filtrul verde este un filtru Schott VG 9 de aceiaș grosime, iar filtrul roșu, este tot un filtru Schott cu simbolul RG 2.

Pentru măsurarea densităților în lumina albă, se utilizează un filtru vizual Jena *B G-3*, astfel ca randamentul spectral rezultant al fotocelulei să corespundă cu acela al peliculei pozitive. Intr-adevăr, datorită selectivității spectrale, densitatea unui negativ măsurată pe cale vizuală, poate să difere mult de densitatea reală, așa cum apare ea pe filmul pozitiv în procesul copierii. Aceasta se datorește faptului că filmul pozitiv este sensibil mai ales la capătul albastru violet al spectrului. Dacă dorim ca densitometrul să măsoare această densitate foto-

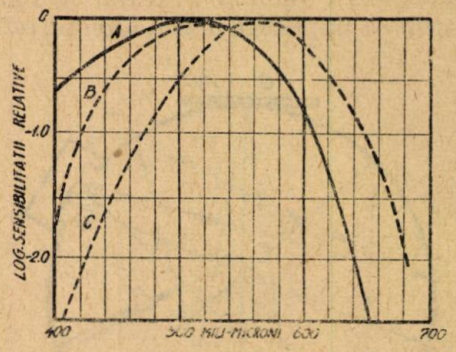


Fig. 6 — Curbele de sensibilitate spectrală a sursei de lumină, a filtrului vizual și a ochiului.

A — sursă de lumină 2860 K° + fotocelulă;
B — sursa de lumină + filtru vizual;
C — ochiul omenesc.

grafică de copiere, este necesar ca lumina care cade pe fotocelulă să fie filtrată în așa fel, încît reacția ei să corespundă cu aceea a filmului pozitiv. O asemenea filtrare se obține cu filtrul Jena *BG3*, amintit mai sus, a cărei caracteristică spectrală este arătată în fig. 7 care corespunde destul de aproape cu aceea a filmului pozitiv.

Cele patru filtre descrise, mai sînt prevăzute fiecare cu cîte un filtru de densitate neutră pentru a aduce curentul fotocelulei la aceiaș

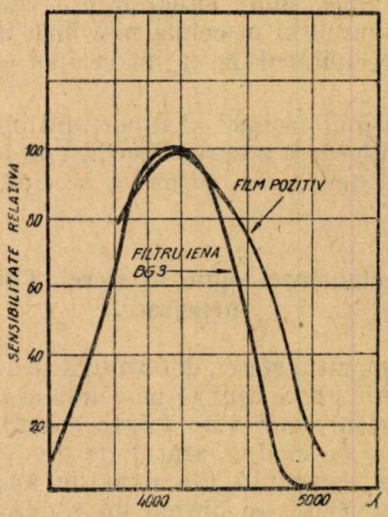


Fig. 7 — Curbele de sensibilitate spectrală a filmului pozitiv și a filtrului vizual, propus pentru măsura densităților de copiere alb—negru.

valoare. Aceasta reduce reglajul de aducere la zero, la trecerea dela o bandă de culoare la alta.

6. Scara gradată a densităților.

Pentru a putea măsura efectiv densitățile în procesele fotografice de sunet, este necesar să se poată citi chiar densitățile mai mari ca 3. Aceasta presupune un raport de amplificare dela 1 la 1000 în tensiune, la amplificatorul densitometrului.

Deoarece este greu de acoperit această gamă într-o singură scară gradată, este de dorit să se întrebuinţeze o scală gradată multiplă cu trei trepte de densitate : de la 0 la 1 ;1 la 2 şi 2 la 3. Această condiţie poate fi indeplinită dacă se introduce în circuitul amplificatorului o „pierdere" de 40 decibell (dB) pentru prima treaptă, o pierdere de 20 dB pentru a doua treaptă şi nicio pierdere pentru treapta cea mai ridicată de densităţi.

Folosirea acestor pierderi este destul de complicată dacă considerăm că relaţia de energie este exprimată în dB şi densitate şi anume că : diferenţa între curenţii în dB pentru două densităţi deosebite este egală cu de 20 ori diferenţa de densităţi. De exemplu dacă I_0 şi I reprezintă valori de curent în fotocelulă, corespunzînd respectiv cazurilor cînd nu este film în fereastra instrumentului şi cazului cînd există un film cu o anumită densitate în explicaţia dată referitor la funcţionarea sferei sau cilindrului de integrare, rezultă că densitatea benzii de film este dată de relaţia :

$$D = \log \cdot 10\ (I_0/I) \qquad (2)$$

Curentul de intrare al amplificatorului, corespunzînd curentului de fotocelulă I, comparat cu curentul de fotocelulă I_0 cînd este exprimat ca o diferenţă de dB, este ;

$$dB = -\ 20\ \log_{10}\ (I_0/I) = -\ 20\ (D - D_0) \qquad (3)$$

Din această relaţie se constată că diferenţa în dB este de douăzeci ori diferenţa de densităţi. Tot de aci rezultă că o lectură la aparatul de măsurat de un maximum de densitate de *1* la capătul extrem a primei scări gradate, poate fi citită, tot ca *1* la capătul celălalt al scării, sporind pur şi simplu nivelul amplificatorului cu 20 dB.

7. Construcţia densitometrului.

Densitometrul prezentat în fig. 8, a fost construit pentru a fi montat într-o masă. Partea principală care cuprinde sistemul optic,

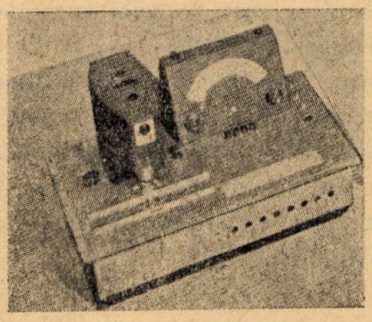


Fig. 8 — Aspectul exterior al densitometrului fotoelectric cu bară de integrare.

filtrele, motorul sincron cu discul obturator al fluxului de lumină precum şi aparatul pentru măsurarea densităţilor, se află dispusă deasupra panoului, pentru a asigura cea mai mare comoditate în manipulare şi lectură. Sub panou, o cutie de oţel adăposteşte cilindrul de integrare comutabil precum şi amplificatorul.

Pelicula este aşezată cu emulsia în jos în contact cu orificiul de intrare al cilindrului integrator care primeşte toată lumina ce trece prin peliculă. In fig. 4 se arată un oblon circular „P", dispus în interiorul cilindrului de integrare în faţa fotocelulei care opreşte razele directe ce vin dela peliculă.

Pupila de intrare a cilindrului integrator permite numai o mică depăşire a dimensiunilor fantelor proiectate de obiectiv pe film, iar datorită intensităţii ridicate a fascicolului proiectat, nu se produce niciun efect asupra lecturilor create de lumina parazită de zi sau artificială care ar putea să pătrundă în cilindrul integrator. In plus caracteristica amplificatorului este refractară componentelor de înaltă frecvenţă cu excepţia celei de rezonanţă, cum se arată în fig. 9.

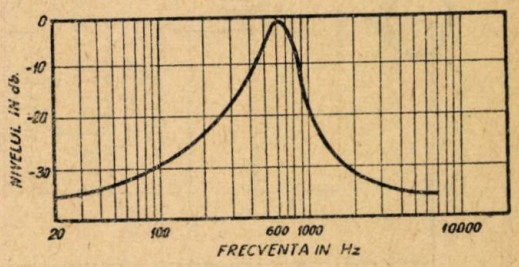


Fig. 9 — Caracteristica de frecvenţă a amplificatorului densitometrului fotoelectric.

Majoritatea pieselor sistemului optic sînt montate într-o cutie turnată dintr-un aliaj de aluminiu cu un capac mobil şi prevăzută cu orificii longitudinale, convenabil dispuse, pentru ventilaţie.

8. Amplificarea.

Pentru a ridica curentul de fotocelulă la un nivel convenabil spre a fi măsurat, se cere un amplificator stabil cu un nivel de precizie ridicat. Pentru a atinge nivelul de precizie cerut, randamentul acestui amplificator trebuie să fie extrem de stabil, ţinîndu-se seama de variaţiile de temperatură precum şi de cele de tensiune din sector. Mai mult decît atît, amplificarea trebuie să fie constantă pentru o gamă mare, iar nivelul sgomotului de fond cît se poate de redus ; (sgomotul de emisie al catodei lămpii primului etaj, sgomotul de fond al fotocelulei şi un filtraj insuficient al curentului alternativ). Circuitul de măsură al densităţilor fotografice a fost astfel dimensionat, încît galvanometrul să nu fie deteriorat dacă se aplică un semnal de 40 dB pentru toată scara, de exemplu atunci cînd o densitate egală cu 3 este scoasă brusc din fereastra instrumentului. Mai mult chiar, precizia lecturilor instrumentului nu trebuie să fie influienţată de schimbarea oricărei lămpi a amplificatorului. Pentru a putea face faţă aces-

tor cerințe, a fost adaptată pentru amplificator schema arătată în fig. 10. Din cauza ineficacității relative a cilindrului de integrare, randamentul fotocelulei este extrem de mic, aproximativ 60 dB/0,006 watti fără film și 120 dB/0,006 watti cînd se măsoară densitatea 3. Din

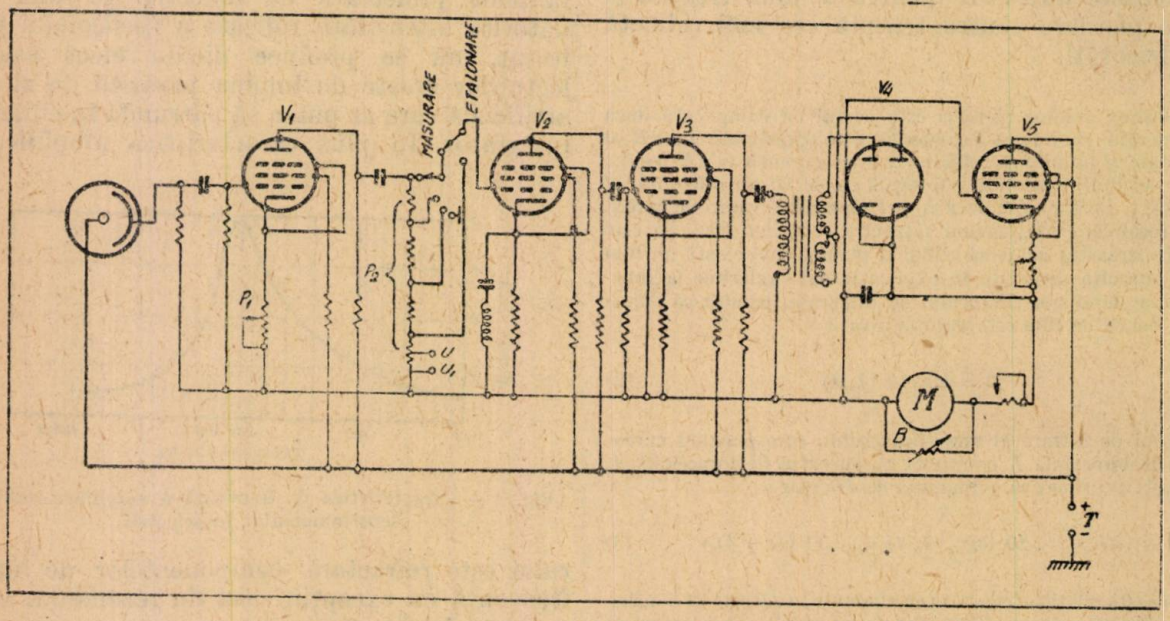


Fig. 10 — Schema de principiu a amplificatorului densitometrului fotoelectric.

cauza acestor niveluri joase de semnal, la circuitul de intrare s-a prevăzut un raport mare între semnal și sgomotul de fond. Mărimea tensiunii de suflu U, a rezistenței de intrare a fotocelulei s-a determinat pe baza ecuației :

$$U_R = \sqrt{4\ R\ T\ R\ \Delta f} \qquad (4)$$

în care K = constanta lui Boltzman,

T = temperatura absolută, iar

Δf = domeniul de frecvență.

Pentru a combate componentele de sgomot de fond, s-a prevăzut un circuit de selecție pe 600 Hz. De asemenea unele valori de condensatori au fost alese pentru a se reduce sgomotul perturbător al alimentării. In felul acesta s-a obținut un nivel al sgomotului de fond de 150 dB/0,006 watti, fapt care asigură măsurarea precisă a densităților fotografice pînă la 3 și chiar peste această valoare. Fotocelula debitează într-un circuit de cuplaj cu impendanță foarte ridicată și este aplicată primului etaj de amplificare care folosește o pentodă cu pantă fixă, cu sgomot redus și nivel ridicat.

Punerea la zero a galvanometrului indicator M se face cu ajutorul rezistenței de catoda P_1 a primei lămpi V_1. Aceasta are o amplificare de cca. 8 dB, ceea ce corespunde unei densități de 0,4. La divizorul de tensiune în trepte P_2, valoarea unei trepte este de 20 dB iar cea totală de 100 dB. El dă domenii de măsurare dela 0—1 ; 1—2 ; 2 la 3 ; 3 la 4. Acest regulator mai conține și o poziție denumită de etalonare care produce o scădere de nivel echivalentă cu densitatea 1.

Alte două etaje cu pentode (V_2 și V_3), amplifică mai departe semnalul, constituind un amplificator stabilizat cu nivel constant. Pe catoda lămpii V_2 se află montat circuitul de rezonanță acordat pe frecvența discului obturator care intrerupe discul luminos.

Circuitul de eșire al galvanometrului M este asemănător cu acela utilizat în anumite indicatoare de volum, folosind un redresor cu dublă diodă și o pentodă de putere. Amplificarea acestei lămpi a fost redusă aproape la zero pentru a-i mări stabilitatea. O parte din rezistența de negativare a catodei este intrebuințată pentru a aplica diodei un voltaj scăzut.

Toate filamentele lămpilor amplificatoare sînt alimentate în curent continuu, iar tensiunile anodice sînt luate de la un stabilizator electronic de tensiune.

9. Aparatul de măsurat.

Deoarece densitatea este în principiu o funcție logaritmică, orice incercare de a arăta densitatea folosind elemente liniare va avea drept urmare o gradare neuniformă pe cadranul indicator cu ingrămădire a diviziunilor la densități mai mari, (fig. 11). Pentru a ușura observația, se pot urma două căi ; fie construindu-se un amplificator cu amplificare logartimică, fie construindu-se un aparat de măsurat a cărui

deviație să fie o funcție logaritmică a curentului primit. Deși prima soluție este atrăgătoare din punct de vedere electronic, totuși este greu de obținut o asemenea caracteristică pentru o gamă de 60 *dB* necesară a acoperi densități de la 0—3. In consecință s-a adaptat a doua soluție; s-a intreprins construcția unui aparat indicator special cu o scară aproximativ liniară corespunzînd unui curent aplicat cu variație logaritmică de la 10—1.

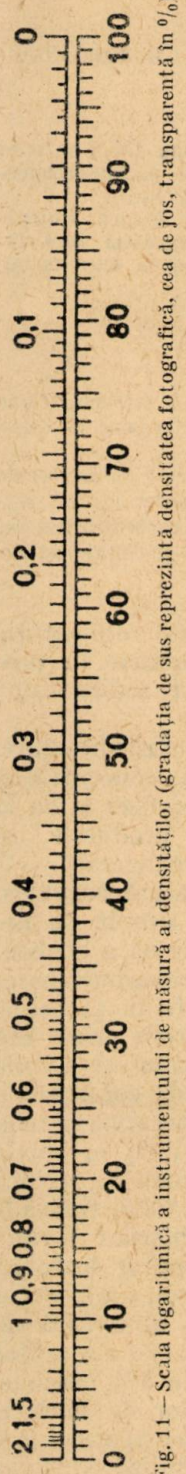


Fig. 11 — Scala logaritmică a instrumentului de măsură al densităților (gradația de sus reprezintă densitatea fotografică, cea de jos, transparență în %).

Piesele polare ale aparatului sînt astfel alcătuite, încît cu creșterea curentului, bobina mobilă se mișcă într-un cîmp magnetic cu o densitate a liniilor de forță magnetică din ce în ce mai mică pe măsură ce elongația crește.

10. Etalonarea.

Etalonarea densitometrului s-a făcut după o metodă absolută, excluzînd astfel dependența indicațiilor sale de un alt aparat etalon care poate să prezinte erori inerente construcției lui. Pentru etalonarea amplificatorului fotocelulei precum și a aparatului de măsurat, s-a ales metoda electrică de etalonare.

Discul intrerupător al aparatului dă naștere la un flux luminos alternativ cu frecvență de 600 Hz. Celula fotoelectrică utilizată furnizează în consecință un curent I_0 de aceiaș frecvență, curent care se amplifică, după cum am văzut într-un amplificator de curent alternativ cu trei etaje. După redresare, semnalul de eșire este amplificat de încă un etaj, lucrînd ca amplificator de curent continuu și măsurat cu ajutorul voltmetrului logaritmic de care s-a vorbit la descrierea aparatului de măsurat.

Acest voltmetru s-a etalonat direct în valori de înnegrire sau densități. Este suficient să avem grijă ca extremitățile scalei gradate a aparatului de măsură să corespundă valorilor: $D = 0$ și $D = \infty$.

Pentru $D = \infty$, fluxul transmis $I = 0$, ceea ce corespunde cu indicarea aparatului de măsurat fără semnal de intrare.

Un șurub de reglaj permite să facem să coincidă zero mecanic al instrumentului cu această valoare înscrisă pe cadranul indicator cu semnul ∞. Valoarea ∞ se găsește în stînga cadranului aparatului de măsurat.

Pentru $D = 0$, fluxul transmis este egal cu fluxul incident ($I = I_0$), ceea ce corespunde cazului cînd la fereastra cilindrului de integrare nu se află film sau în mediu cu transparență de 100%. Presupunem că avem $I = I_0 = 2$ lumeni deci $D = \log_{10} \frac{2}{2} = \log_{10} 1 = 0$. In acest caz deviația acului indicator se face spre dreapta (zero de dreapta) și trebuie aranjată să aibă valoarea maximă permisă de construcția aparatului de măsurat. Acest rezultat se obține cu ajutorul rezistenței shunt reglabilă B (fig. 10), montată la bornele voltmetrului M. Etalonarea electrică propriu zisă se face în felul următor:

Se substituie în locul semnalului produs de fluxul incident I_0 la intrarea amplificatorului, o tensiune de etalonare (aplicată la bornele $u - u'$ produsă de un generator separat cu o frecvență egală cu aceea a discului obturator al fluxului luminos, adică în cazul nostru 600 Hz) care produce aceiaș deviație a acului (adică $D = O$). In felul acesta s-au stabilit cele două valori de densități extreme $D = O$ și $D = \infty$. Cum la iluminarea astfel produsă curentul celulei fotoelectrice este exact proporțional cu fluxul luminos, atenuarea tensiunii de etalonare în raportul de 10 la 1 este precis echivalentă cu atenuarea fluxului luminos corespunzător unei densități $D = 1$. Celelalte puncte ale scării gradate s-au determinat în mod analog, atenuînd consecutiv tensiunea de etalonare în raporturi corespunzătoare densităților intermediare. Etalonajul electric a fost verificat și prin aplicarea legii pătratului distanței din fotometria obiectivă clasică, prin deplasarea sursei pe un banc fotometric, micșorînd fluxul ce cade pe celula fotoelectrică într-un raport dinainte cunoscut.

Innegrirea măsurată corespunde exact cu cea determinată prin etalonarea electrică.

Aspecte generale ale problemei măsurării concentrației de gaze

M. SOLOMON

В напечатанной в одном из предыдущих номеров нашего журнала (№ 3 за март 1956 г.) статье мы приводили сравнение качеств и недостатков самых распространенных в нашей стране приборов для определения концентрации CO_2 и $CO+H_2$.

Настоящая статья ставит себе целью осветить в общих чертах вопрос измерения концентрации газообразных компонентов смесей, указать преспективы дальнейшего развития приборов для определения концентрации этих компонентов, сделать некоторые выводы организационно технического характера.

★

Dans un article publié dans le no. 3/1956 de notre revue, l'auteur a présenté, d'une manière comparative, les qualités et les défauts des plus usuels appareils pour la détermination de la concentration CO_2 et CO H_2, existents en notre pays.

Le présent article a le but de présenter le cadre général du problème de la mesure des concentrations des composentes gazeuses dans les mélanges, d'indiquer les perspectives de l'évolution des appareils utilisés à la détermination de la concentration des composentes gaseuses et der tirer quelques conclusions d'ordre technique et d'organisation

Aspectul economic al problemei.

Tehnologia bazată pe tehnica nouă operează, în cele mai diferite condiții și moduri, cu gazele. De la conducerea reacțiilor în fază gazoasă în industria chimică și petrochimică, și pînă la procesul de cementare a metalelor, de la extragerea gazelor de sondă și pînă la urmărirea concentrațiilor periculoase a gazelor explosive în mine, de la culegerea gazelor naturale și pînă la analiza gazelor produse prin arderea combustibililor gazoși, lichizi și solizi, de la urmărirea concentrațiilor de gaze tehnice în halele de producție și pînă la determinarea concentrațiilor de gaze radioactive, de la studiul și determinarea concentrațiilor gazoase ale amestecurilor explosive pînă la cercetarea științifică a proceselor fermentative de producție și biologice, de la analiza aerului și pînă la analiza gazelor naturale, întîlnim pretutindeni problema concentrațiilor componenților gazoși într-un amestec de gaze și necesitatea determinării rapide și exacte a acestor concentrații.

In țara noastră, țară bogată în petrol, gaze de sondă, în metan și în plină dezvoltare a industriei de sinteză organică pe bază de metan și hidrocarburi gazoase din gazele de sondă și cracare, problema lucrului cu gazele și deci a determinărilor, în laborator și uzină, de concentrații a componentelor gazoase este o problemă tehnico-economică a cărei importanță nu poate fi subapreciată.

Necunoașterea concentrației de gaze în diferite e momente și puncte ale proceselor chimice de producție este incompatibilă cu o conducere rațională, economică, a procesului respectiv. Astfel, este necesar să se cunoască concentrația de SO_2 în diferitele faze ale procesului de producție a acidului sulfuric; este obligatorie cunoașterea concentrației de amoniac în procesul de fabricație al produselor sodice după procedeul Solvay.

Faptul că nu se execută determinările necesare, și că nu se urmărește variația concentrației gazelor tehnologice de la fază la fază și de la ciclu de producție la ciclu de producție, se soldează cu consumuri specifice exagerate.

Cît privește industria de sinteză organică, stăpînirea reacțiilor este pur și simplu de neconceput fără determinarea continuă a concentrației de metan, acetilenă, hidrocarburi nesaturate gazoase, etc., care intervin în procesele sintezei organice pe bază de materii prime sau cu produși intermediari gazoși. Numai este nevoie să se accentueze asupra risipei de combustibil ce poate fi mascată dacă nu se determină în mod continuu concentrația de CO_2 și O_2 în gazele de ardere și de la focar. Este demn de reținut faptul că la conferința din 6 iulie 1955 ținută la Londra de către asociația inginerilor termotehnicieni și asociația producătorilor britanici de aparate de măsurat și de control, s-a discutat efectul economic al dotării cu aparatură de măsurat a cazanelor cu aburi. Acolo s-a arătat că este posibilă o economisire de 5% combustibil prin folosirea instrumentelor de bază la instalațiile de ardere nedotate cu aparate și o economie suplimentară de 1% prin introducerea controlului automat al combustiei. Ori, este clar că aparatele de determinare a concentrației gazelor de ardere sînt instrumente termotehnice de bază. Problema determinării concentrației componentelor gazoase în amestecurile de gaze este deci strîns legată de condițiile realizării economice a unor importante procese tehnologice și de condițiile unei economice utilizări a combustibilului. Această problemă este însă legată

și de protecția muncii și de cercetarea științifică. Acesta este motivul pentru care considerăm necesară studierea de către institutele interesate a aparatelor, metodelor și condițiilor de măsurare potrivite cu natura procesului respectiv, a concentrației de componente gazoase în amestecuri.

Perspectivele evoluției aparatelor de determinare a concentrației gazelor.

Cercetînd tipurile de aparate ce se fabrică astăzi și principiile lor de funcționare, se impune concluzia generală că viitorul apropiat și mai depărtat este al utilizării metodelor fizice de mare finețe. Creșterea posibilităților tehnice de izolare a elementelor receptoare ale aparatelor precum și posibilitățile variate de transformare a celor mai diferite impulsuri în indicații și de transmitere la distanță a indicațiilor, duc la punerea în valoare a unor fenomene fizice specifice ca principii de funcționare a unor aparate.

In domeniul măsurării concentrațiilor de gaze, principiile care se impun sînt :

— convecția magnetică a gazelor paramagnetic
— spectrometria de masă
— absorbția în infraroșu
— interferometria.
— ionizarea alfa

Cele mai multe aparate de determinare a O_2 se bazează pe *principiul convecției magnetice a oxigenului* pus în aplicare pentru prima oară în anul 1941.

Din punct de vedere al comportării în exploatare, trebuie subliniat faptul că principiul de funcționare al aparatelor (determinarea concentrației de O_2 prin efectul curentului de convecție produs de cîmpul magnetic și de încălzirea firului anemometric), determină necesitatea asigurării unei lipse a variațiilor de presiune pe circuitul gazelor (este deci posibilă adaptarea unor astfel de aparate numai la instalații de ardere bine ecranate, fără găuri de observație, etc.) sau a utilizării unor dispozitive speciale de reglare automată a debitului de gaze de analizat, în afara termostatării stricte a camerei de analiză.

La marile instalații de ardere sînt însă necesare aceste aparate ; ele trebuie introduse treptat în sistemul controlului combustiei, în controlul fabricației oxigenului, în analiza aerului încăperilor din punctul de vedere al protecției muncii, precum și la determinările ce se efectuează asupra amestecurilor de gaze inflamabile.

Amintim în rîndurile de mai jos principiul de funcționare al acestor aparate.

Susceptibilitatea magnetică volumetrică se definește ca raportul dintre intensitatea de magnetizare a unui corp și intensitatea cîmpului magnetic căruia îi este supus, sau ca : momentul magnetic creat în unitatea de volum de materie de către unitatea de intensitate de flux magnetic.

Oxigenul este singurul gaz cu paramagnetism (este atras către regiunea de intensitate maximă a cîmpului magnetic accentuat), celelalte gaze fiind fie diamagnetice (sînt respinse înspre regiunea de intensitate minimă a cîmpului magnetic), fie foarte slab paramagnetice. Față de susceptibilitatea paramagnetică a oxigenului care este de 10^9 uCGS susceptibilitatea metanului, de pildă, sau a hidrogenului, a bioxidului de carbon, sînt neglijabile.

Apreciabilă este doar susceptibilitatea paramagnetică a oxizilor de azot. Protoxidul și peroxidul de azot sînt paramagnetici deoarece moleculele lor au un număr impar de electroni. Oxizii cu număr par de electroni sînt diamagnetici. Oxigenul are o pereche de electroni care acționează însă individual, nefiind niciodată împerechiați. Așa se explică paramagnetismul deosebit de puternic al oxigenului.

Paramagnetismul oxigenului nu se folosește direct ca principiu de măsurare, ci prin unul din efectele sale și anume : variația conductibilității termice a gazului paramagnetic sub influența unui cîmp magnetic omogen, sau efectul convecției termomagnetice. Acest al doilea efect este cel mai mult utilizat.

Pentru exprimarea cantitativă a forței care acționează asupra gazului paramagnetic în cîmpul magnetic ne folosim de relațiile și de raționamentul de mai jos :

Spre deosebire de susceptibilitatea diamagnetică, susceptibilitatea paramagnetică depinde de temperatură ascultînd de legea Curie

$$\chi_m = m\frac{C}{T}$$

unde
χ_m — este susceptibilitatea masică
C — este o constantă
T — este temperatura absolută

Intr-un cîmp magnetic neomogen, forța cu care un corp paramagnetic este atras de către o regiune mai intensă a cîmpului este

$$F = m\frac{dH}{dx}$$

unde
$\frac{dH}{dx}$ — este gradientul cîmpului magnetic
m — este momentul magnetic care determină atracția
F — este forța cu care este atras corpul paramagnetic.

Momentul magnetic pentru un element de spațiu de mărimea unui volum elementar în condiții de presiune și temperatură normală, este

$$m_0 = \chi_0 \mu_0 H$$

în care
m_0 — momentul magnetic
χ_0 — susceptibilitatea volumului de gaz în condiții normale
μ_0 — constanta de inducție
H — intensitatea cîmpului

Numărul de atomi crește liniar cu presiunea și descrește cu temperatura și de aceea se poate scrie pentru momentul magnetic al gazelor diamagnetice (ținînd seama că susceptibilitatea diamagnetică este independentă de temperatură)

$$m = \chi_0 \mu_0 H \frac{P}{T}$$

în care
P — este presiunea
T — este temperatura absolută.

Pentru gazele paramagnetice care ascultă de legea Curie, susceptibilitatea paramagnetică fiind deci invers proporțională cu temperatura, vom avea ca expresie a momentului magnetic,

$$m_{para} = \chi_0 \mu_0 H \frac{P}{T^2}$$

S-a văzut mai sus că :

$$F = m\frac{dH}{dx}$$

Și deci introducînd în această expresie valoarea lui m găsită mai sus

$$F = \chi_0 \mu_0 H \frac{dH}{dx} \cdot P \cdot \frac{1}{T^2}$$

Două volume elementare încălzite diferit vor fi atrase de o forță egală cu diferența $(F_1 - F_2)$ a cărei expresie va fi deci

$$(F_1 - F_2) = \chi_0 \mu_0 PH \frac{dH}{dx}\left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}\right)$$

Odată cu creşterea temperaturii, susceptibilitatea magnetică a gazului paramagnetic scade, partea mai rece concentrîndu-se în zona de cea mai mare intensitate a cîmpului magnetic şi respingînd părţile mai calde ale gazului.

Fenomenul descris este fenomenul de convecţie magnetică care constă, după cum se vede, din mişcarea cu o anumită viteză a gazului de analizat conţinînd oxigen, într-o incintă închisă.

In funcţie de scopul aparatului se utilizează două tipuri de aparate. In unul din aceste tipuri filamentul de încălzire are forma unui inel dispus concentric în jurul polilor rotunzi ai magnetului.

Spirala este aşezată în interiorul unui tub mic de sticlă pentru a fi protejată împotriva

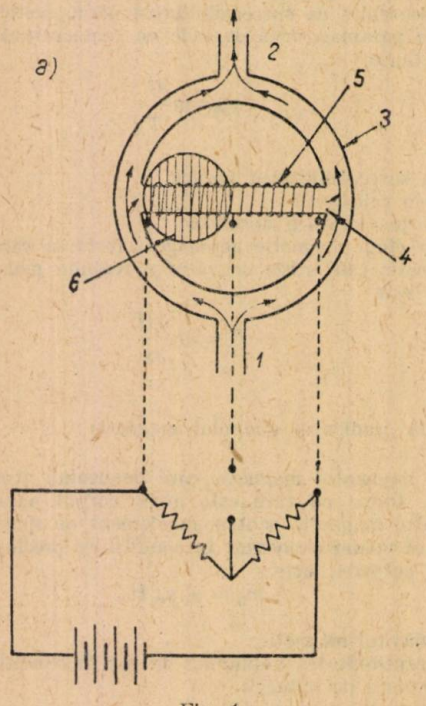


Fig. 1 a

1. Intrarea gazului, 2. ieşirea gazului, 3. camera inelară, 4. tubul transversal 5. spiralele de platină, 6. cîmpul magnetic

arderii catalitice şi a coroziunii. Aparatul este prevăzut cu două filamente, dintre care numai unul se găseşte în cîmp magnetic.

La al doilea tip de aparat gazul de analizat este condus printr-o cameră inelară şi un tub de sticlă transversală. Partea stîngă a tubului (bobinat cu o spirală de platină pe toată lungimea sa) se găseşte între polii unui magnet permanent. Cele două jumătăţi ale spiralei de pe tub formează cele două braţe ale unei punţi.

Fig. 1-a reprezintă schema de funcţionare a unui aparat de determinare a concentraţiei de O_2 bazat pe principiul convecţiei magnetice, cu cameră inelară.

In fig. 1-b se reprezintă schema teoretică a circuitelor electrice ale unui astfel de aparat.

Dacă principiul convecţiei magnetice este deosebit de interesant pentru determinarea concentraţiei de O_2, el prezintă însă desavantajul inaplicabilităţii la alte gaze.

Spre deosebire de aceasta, *principiul spectrometriei de masă* şi al absorbţiei în infraroşu au o deosebită valoare aplicativă caracterizîndu-se prin generalitatea relativă a aplicabilităţii lor.

Amintim în rîndurile de mai jos principiul spectrometriei de masă şi prezentăm unele date asupra spectrometrelor de masă *).

Sub acţiunea simultană a unui cîmp electric şi a unui cîmp magnetic, ionii pozitivi de mase diferite obţinuţi prin bombardarea moleculelor cu electroni se mişcă pe traectorii diferite. Cunoscîndu-se sarcina ionului, se poate determina masa lui după raza traectoriei lui ţinînd seama de relaţia :

$$\frac{m}{e} = \frac{B^2 r^2}{2V}$$

unde :
m = masa ionului
e = sarcina
B = vectorul inducţiei magnetice
V = potenţialul cîmpului electric
r = raza traectoriei ionului

Alegînd anumite valori potrivite pentru B şi V se pot separa din gaze ionii cu o anumită valoare a lui m/e care descriu o anumită traectorie, separîndu-se astfel ionii din amestecul de gaze după masa lor.

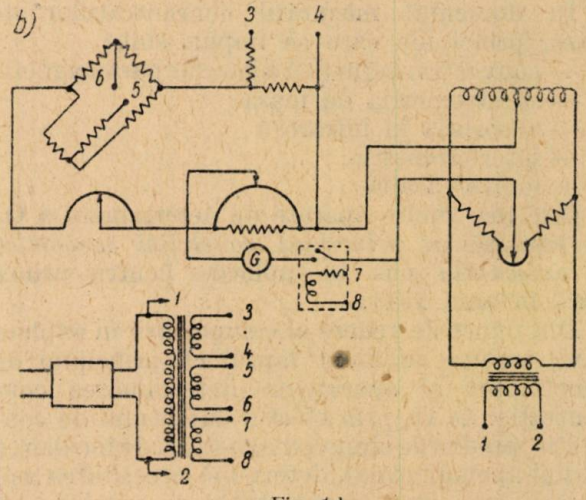


Fig. 1 b

1,2 tensiune alternativă stabilizată aplicată transformatorului de alimentare a celului de măsurat cale. 3,4 alimentarea punţii care cuprinde un potenţiometru şi reostatul scării. 5,1 alimentarea circuitului de compensare a variaţiilor de temperatură (cu un termometru cu rezistenţă. 7,8 alimentarea unui redresor sincron

Spectrometrele de masă actuale, cărora li se poate spune spectrometre industriale, vor cîştiga — fără indoială, un loc important între aparatele de analiză a gazelor. Dealtfel sînt de pe acum în serviciu sute de aparate de control industrial al vidului sau de analiză cu trasori izotopici stabili.

La Geneva, U.R.S.S. a prezentat un spectrometru de masă cu largi posibilităţi analitice.

Tipurile noi de spectrometre de masă sînt :

— spectrometrul bazat pe rezonanţa ionilor într-un cîmp magnetic. Se foloseşte efectul combinat a unui cîmp magnetic şi a unui cîmp electric care pulsează cu o frecvenţă radio. Ionii produşi prin bombardarea electronică au o mişcare în spirală în planul cîmpului electric oscilant. Numai ionii care au o astfel de masă încît oscilează în fază cu cîmpul electric, pot

*) Vezi Thomas Reis, „Progrese recente ale spectrometriei de masă" în revista „Mesures et controle industriel" octombrie şi noiembrie 1955.

atinge catoda colectoare; variind frecvența se aduc pe catodă ioni de diferite mase);

— spectrometre cu rezonanță și fără cîmp magnetic (principiul lui W. H. Bennett);

— analizator spectrometric cu focalizare ciclo-idală.

Puterea de separare a aparatelor construite ajunge pînă la greutăți moleculare de 100 pînă la 120. Vase absorbante cu cărbune activ periodic degazat și pompe de difuzie de mare debit formează utilajul accesoriu al aparatelor.

Printre diferitele aparate noi construite, este de menționat pentru problema pe care o tratăm un aparat portativ de analiză a gazelor care atinge o precizie de 1% măsurînd în 20 de secunde concentrațiile a 5 gaze diferite.

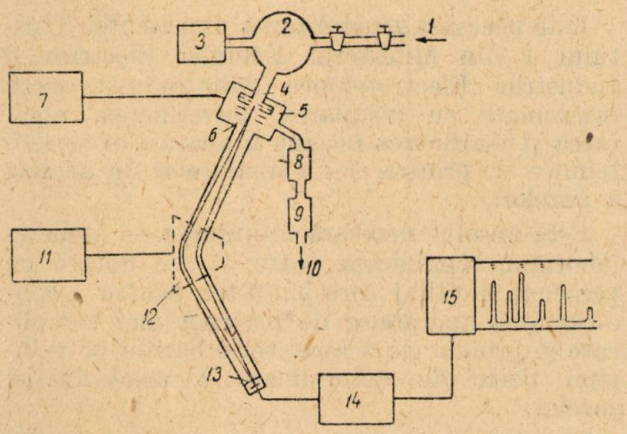


Fig. 2 Schema generală a unui spectrometru de masă bazat pe rezonanța ionilor

1 — intrarea gazului, 2 — balon, 3 — micromanometru, 4 — tub de legătură, 5 — sursă de ioni, 6 — fantă, 7 — alimentare (tensiune anodică), 8 — răcitor, 9 — pompă de difuzie, 10 — pompă preliminară, 11 — alimentare (curent de magnetizare), 12 — magnet, 13 — fantă, 14 — amplificator de curent continuu, 15 — înregistrator.

Evident că diferitele modele se deosebesc prin variate dispozitive de realizare a surselor de ioni de înregistrare, amplificare și stabilizare precum și de îndepărtare a surselor de erori.

Unele spectrometre de laborator se prezintă ca o mobilă compactă de 67/70/130 cm avînd greutatea de 380 kg.

Spectrometrul Omegatron cu dimensiunile de mai sus poate fi branșat direct la o sursă de gaz de analizat, ca aparat de măsurat continuu. El poate fi adaptat mai ales la analiza continuă a amestecurilor de gaze ca : CO, CO_2, O_2, N_2, etc. Constructorii lui pretind că precizia la determinarea concentrației gazelor cu acest aparat este de $\pm$ 1%.

Ținînd seama de posibilitățile multilaterale ale spectrometrelor de masă industriale, atît în ceea ce privește decelarea diferitelor gaze cît și în ceea ce privește determinarea cantitativă a unui număr mare de gaze dintr-un amestec, socotim că este necesar să se studieze și la noi posibilitățile de utilizare, urmînd ca pe baza studiilor efectuate să se recomande folosirea lor.

In fig. 2 se pot vedea reprezentate schematic elementele constructive ale unui aparat bazat pe principiul rezonanței ionilor.

De o mare simplitate și relativ ușor de realizat este sistemul de determinare a concentrației gazelor bazat pe *principiul absorbției în infraroș*.

Spectrele de absorbție în infraroș caracterizează moleculele. Dintr-o sursă de infraroș, care poate fi o bandă de platină, pornesc radiații care întîlnesc deobicei, în calea lor pe de o parte gazul de analizat iar pe de altă parte o mostră de gaz pur, identic cu cel a cărei concentrație se urmărește. Se pune în evidență, printr-un efect de presiune sau un efect termic sau unul electric, diferența dintre fascicolul rezidual după străbaterea gazului pur și fascicolul rezidual după străbaterea amestecului de analizat.

La alte aparate, cele două fascicole străbat pe de o parte aer curat și uscat iar pe de altă parte amestecul de analizat.

M. L. Veingherov a elaborat o metodă de determinare a concentrației gazoase și a realizat un aparat bazat pe această metodă numită metoda optico-acustică.

Metoda lui Veingherov constă în următoarele : la absorbția de către gaze sau vapori a unui flux intermitent de raze infraroșii (intermitența fiind corespunzătoare frecvenței acustice) presiunea gazului sau vaporilor variază (ca urmare a încălzirii lor intermitente) variația avînd un carater pulsatoriu. Se produce astfel un efect sonor, înălțimea sunetului produs depinzînd de frecvența întreruperii fluxului de radiații, iar intensitatea sunetului de concentrația componentului gazos de analizat (ținînd seama că absorbția de radiații infraroșii depinde de natura componentului gazos).

Aparatele bazate pe *principiul interferometric* și-au găsit aplicarea la determinarea concentrațiilor de gaz metan. Principiul metodei constă în compensarea diferenței de drum a două fascicole de raze ce interferă, diferență determinată de trecerea uneia din fascicole prin gazul de analizat și a celuilalt prin aer *).

D. V. Gavrilov a construit un interferometru portabil pentru metan. Aparatul cîntărește aprox. 2 kg și are forma unei cutii praralelipipedice de 6/8/24 cm. Sistemul optic al aparatului este format dintr-o lentilă, către care vine un fascicol de raze produs de o lampă de 3 V., din 3 prisme și din alte două sisteme de lentile, din care unul este ocularul.

In afara metodelor prezentate mai sus s-au dezvoltat o serie de alte metode fizice și chimice pentru probleme speciale. Poate fi menționată de pildă metoda determinării continue fotometrice a bioxidului de carbon, în curenți de gaz, folosită pentru cercetări ale metabolismului în fermentații aerobe și care se poate utiliza pentru determinarea unor concentrații începînd de la 0,06%.

Metoda se bazează pe următorul principiu : reacția între CO_2 gazos și apă, cu formare de

*) Zavodskaia laboratoria, Nr. 7 din iulie 1950.

ioni-bicarbonat și ioni de hidrogen, are un punct de echilibru care depinde pentru o soluție apoasă, de o anumită concentrație de bicarbonat, și de presiunea parțială a CO_2 în fază gazoasă în contact cu soluția. Se măsoară concentrația de ioni hidrogen corespunzătoare poziției de echilibru care este deci o măsură a concentrației de CO_2. Pentru măsurarea pH-ului se determină fotometric culoarea roșie a soluției în care s-a introdus roș de fenol.

Concluzii

Aparatele electrice se comportă — în general mai bine în exploatare decît aparatele chimice.

Modelul GEUK-21 și aparatul Willy-Giede corespund ca robustețe și caracteristici metrologice. Sînt însă necesare intervenții pe lîngă producător pentru îmbunătățirea unor elemente constructive (ejectorul la GEUK-21, aparatele indicatoare la Willy-Giede).

Lipsa pieselor esențiale de rezervă (filamente pentru receptoare la aparatele de $CO+H_2$) determină scoaterea inadmisibil de rapidă a aparatelor de $CO+H_2$ (indiferent de marcă) din uz. Pregătirea insuficientă în domeniul aparatelor de măsurat și subestimarea rolului aparatelor de analiză a gazelor, amplasarea, montarea și întreținerea necorespunzătoare a acestor aparate sînt factorii care determină dereglarea, declasarea și scoaterea lor din uz înainte de vreme.

Cu privire la dotare

Dotarea instalațiilor de ardere cu aparate de analiză a gazelor precum și dotarea laboratoarelor de cercetare și de uzină cu aparate de acest fel este insuficientă.

Acolo unde este posibil, ar trebui să se introducă aparatele de O_2 bazate pe principiul paramagnetismului oxigenului.

Toate întreprinderile care au instalații de ardere și toate laboratoarele trebuie să fie dotate cel puțin cu aparate manuale chimice de tip Orsat sau Hempel.

Cu privire la producția de aparate în țară

Nu ar fi economic să se pornească la producerea în țară de aparate electrice de analiză a gazelor, în momentul actual, ținînd seama de numărul redus de aparate necesare pe an (timpul mediu de funcționare — în condiții normale — a unui astfel de aparat fiind 10 ani).

Ar fi util și oportun să se proiecteze și să se construiască în serie aparate chimice de tip Hempel sau Orsat portabile. Aceste aparate nu pun probleme speciale, reprezintă o inobilare a unei materii prime pe care o avem (sticla) iar producția lor în serie va duce — chiar prin aceasta — la răspîndirea analizei gazelor de ardere, la răspîndirea analizei gazelor în general, la controlul aparatelor electrice care astăzi nu se face decît într-o măsură ce nu poate asigura în nici un caz verificarea continuă a acestor aparate.

Ar fi necesar să se dea ca temă de studiu și să se proiecteze un aparat de analiză pe principiul absorbției în infraroș ținînd seama de varietatea posibilităților de aplicare a unor astfel de aparate.

Ar fi foarte necesar să se dea ca temă de studiu și să se realizeze un aparat, bazat pe principiu fizic, de determinare a concentrațiilor mici și mari de gaz metan.

Organizatorice

Este necesară generalizarea experienței Trustului 1 din Ministerul Energiei Electrice și Industriei Electrotehnice înființîndu-se secții însărcinate cu instalarea, întreținerea, repararea și verificarea internă a aparatelor termotehnice și, printre ele, a aparatelor de analiză a gazelor.

Este absolut necesară înființarea de ateliere-laborator republicane, care să fie dotate cu personal și utilaj corespunzător pentru recondiționarea aparatelor de măsurat mai complicate și printre ele a aparatelor bazate pe principii fizice de determinare a concentrației gazelor.

O unitate de comerț exterior ar trebui să aibă în sortimentul ei obișnuit piese de rezervă pentru aparatele termotehnice și printre ele pentru aparatele de analiză a gazelor (fire de platină pentru receptoare, filtre de ceramică, hîrtie de înregistrare, tuș, peniță, etc.).

Este necesară traducerea în viață a legislației metrologice în toate domeniile; pentru problema care ne preocupă este necesar să existe o evidență clară a aparatelor de analiză a gazelor ale căror date (marca aparatelor, comportare, stare, verificări, etc) să fie transmisă regulat D. G. M.

Trebuie să se pregătească cadre speciale de termotehnicieni a căror specialitate să fie: instalarea, montarea, repararea și etalonarea aparatelor de măsurat termotehnice și printre ele a aparatelor de analiză a gazelor.

Studiul aparatelor bazate pe metodele fizice de determinare a concentrației componentelor gazoase într-un amestec (spectrometrie de masă absorbție în infraroș, ionizare alfa, interferometrie, etc) studii ce ar trebui să fie efectuate de instituțiile interesate ca: ICECHIM, ICEMIN, etc. în colaborare cu Institutul de metrologie ar duce la lărgirea cunoașterii diferitelor tipuri de aparate și la noi posibilități în domeniul îndrumării industriei pe linia economisirii combustibilului, a protecției muncii, a conducerii raționale a proceselor de producție în care intervin gazele.

Metoda de determinare a durității pe cale dinamică, cu ajutorul aparatului de tip poldi.

Ing. St. MISCOVITS

Автор задается целью восполнить пробел в технической литературе путем освещения теоретической и практической основ способа определения твердости динамическим путем при помощи переносного прибора типа Польди с тарированным бруском.

Излагаются основные условия, которые должны быть соблюдены для достижения правильного определения, без значительных погрешностей, даже при таком предварительном способе.

★

Dans l'intention de combler un vide existente dans la littérature technique, l'auteur présente la base théorique et pratique de la méthode employée pour déterminer la dureté par voie dynamique, à l'aide de l'appareil portatif à barre étalonnée, du type Poldi.

On présente les conditions fondamentales requises par une détermination correcte, qui ne contienne pas des erreurs exéssives, même pour cette méthode informative.

In activitatea de control tehnic din uzinele constructoare de mașini se pune des problema determinării durității unor piese a căror dimensiune sau greutate nu permite executarea măsurării cu aparatele de duritate de construcție obișnuită. Astfel de piese sînt : batiurile turnate din fontă, blocurile masive din oțel destinate forjării, prefabricatele laminate, etc. La aceste piese duritatea trebuie stabilită în general cu aproximație, cu scopul de a se putea trage concluzii asupra condițiilor de prelucrare a lor la rece. Cum este însă vorba de piese de volum mare, metoda clasică de determinare a durității piesei prin intermediul unor epruvete cu care piesa a fost turnată împreună, nu este satisfăcătoare, ci se impune stabilirea durității piesei însăși în mai multe puncte ale ei. Pentru realizarea acestui obiectiv, tehnicianului din serviciul de control îi stau la dispoziție două căi deosebite și anume :

— determinarea durității prin metode statice, sau

— determinarea durității prin metode dinamice.

— *Pentru determinarea durității pe cale statică*, la asemenea piese este necesar să dispunem de aparate de duritate portabile, a căror construcție este foarte pretențioasă.

Aceste aparate, în general sensibile, se defectează ușor, astfel că nu corespund unui regim de lucru greu, cum este cazul în turnătorii, forje sau secțiile de laminoare. Acesta este motivul pentru care folosirea acestui tip de aparate nu s-a răspîndit prea mult.

— *Determinarea durității pe cale dinamică* prezintă avantaje categorice la determinarea durității pieselor de dimensiuni mari.

Metodele de determinare dinamică se caracterizează prin rapiditatea operației și o manipulare simplă a aparatului, ceea ce este însă în detrimentul preciziei de măsurare.

Metodele de *determinare dinamică* a durității pieselor se împart în două categorii distincte,

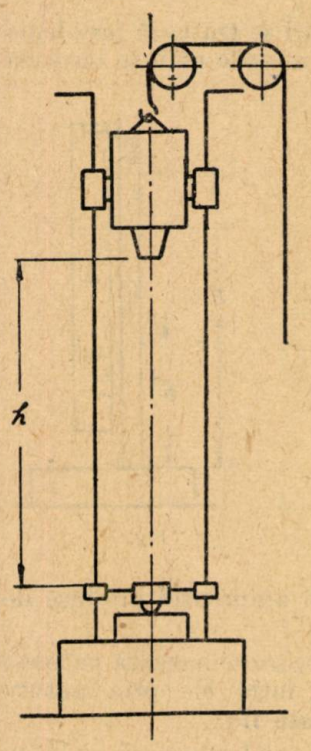


Fig. 1

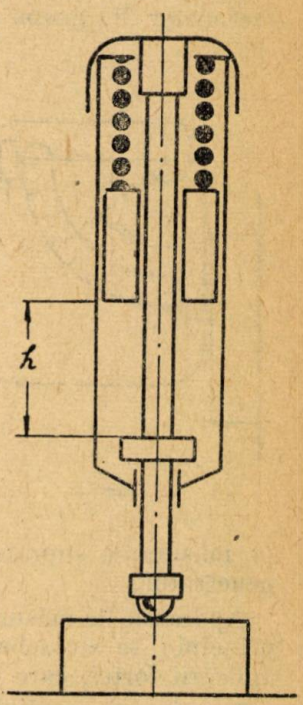


Fig. 2

după felul de comportare a materialului de încercat la pătrunderea penetratorului, și anume :

a. Materialul suferă o *deformare plastică*, în care caz evaluarea durității se face prin măsurarea *amprentei.*

b. Materialul suferă numai o *deformare elastică*, în care caz evaluarea durității se face prin măsurarea *reculului elastic* al penetratorului.

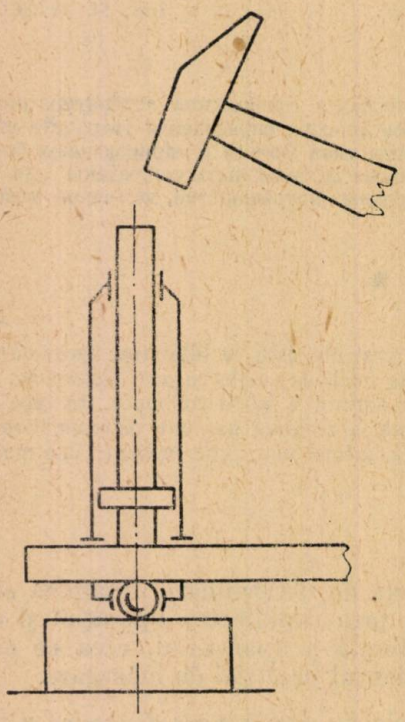


Fig. 3

In cadrul acestei lucrări se tratează problema metodelor din grupa *a*, metode care se bazează

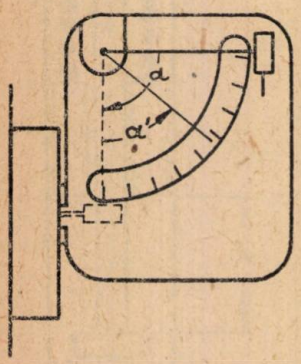


Fig. 4

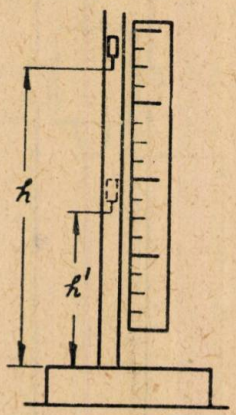


Fig. 5

pe măsurarea suprafeței amprentei produse de penetrator.

Aparatele de măsurat care se bazează pe acest principiu se deosebesc între ele prin natura aplicării forței, care poate fi :

1. prin intermediul unui berbec, ce cade cu percuție asupra unei bile de oțel, care la rîndul ei pătrunde în materialul de încercat (fig. 1) (sînt cunoscute la acest tip de determinare : greutatea berbecului, înălțimea de cădere și diametrul bilei ; se măsoară suprafața amprentei produse). Duritatea piesei se exprimă sub forma unui raport între energia folosită pentru imprimarea amprentei și suprafața acesteia. Metoda este greoaie și nu are aplicații practice.

2. prin intermediul unui resort elicoidal cilindric, care accelerează căderea liberă a unei greutăți ce lovește bila (fig. 2). (Sînt cunoscute : energia disponibilă a aparatului și diametrul bilei ; se măsoară : suprafața amprentei produse) Duritatea se exprimă în mod analog ca la metoda anterioară. (tip Baumann)

3. prin intermediul unei lovituri de ciocan asupra unei bile, care pătrunde simultan în piesa de încercat și într-o bară de comparație. (fig. 3). (Sînt cunoscute : duritatea barei de comparație și diametrul bilei ; se măsoară : suprafața amprentelor produse pe bară și pe piesă). Duritatea piesei se determină în funcție de raportul dimensiunilor celor două amprente. (tip Poldi)

Ultimul tip de aparat se bucură de o răspîndire foarte mare în industria constructoare de mașini. Pe lîngă avantajele prezentate anterior, aceste aparate se caracterizează printr-un preț foarte redus, fiind în acest fel accesibile și atelierelor mici.

Pe cît de simple par la prima vedere aceste metode, pe atît de mari sînt posibilitățile de a se executa determinări greșite. Motivul trebuie căutat în aplicarea neriguroasă a metodei de încercare, care în cele mai multe cazuri se datorește necunoașterii temeinice a însăși metodei de lucru. Aceasta este lesne de înțeles, întrucît bibliografie în limba romînă, care să lămurească aceste probleme, nu se găsește la dispoziția tehnicienilor ce utilizează aceste aparate. Lucrarea de față urmărește lămurirea problemei determinărilor de duritate cu aparatele tip Poldi.

Metoda Poldi pentru determinarea durității dinamice a pieselor metalice

Aparatul folosit la determinări este arătat în fig. 6 .

Aparatul este confecționat din oțel, avînd o construcție cît se poate de simplă. In linii mari se compune din 3 părți principale :

— bila cu montura de prindere (2 ; 3)

— dispozitivul de lovire (4)

— bara de comparație cu dispozitivul de strîngere (1 ; 6).

Bila este confecționată din oțel dur, cu suprafața polizată, avînd diametrul de $10 \pm 0{,}01$ mm. Duritatea ei trebuie să fie mai mare de 900 H_v.

Pe suprafața bilei nu este voie să se vadă urme de zgîrieturi sau lovituri, cînd se privește cu o lupă ce mărește de 5 ori.

Montura asigură o prindere liberă a bilei, aceasta putînd să se rotească la cea mai slabă atingere.

Dispozitivul de strîngere realizează un contact strîns între percutor și bara de comparație.

Forța de apăsare a resortului este astfel aleasă, încît să permită o ușoară introducere a barei în aparat.

Suprafața percutorului ce vine în contact cu bara trebuie să fie plană, fără zgîrieturi.

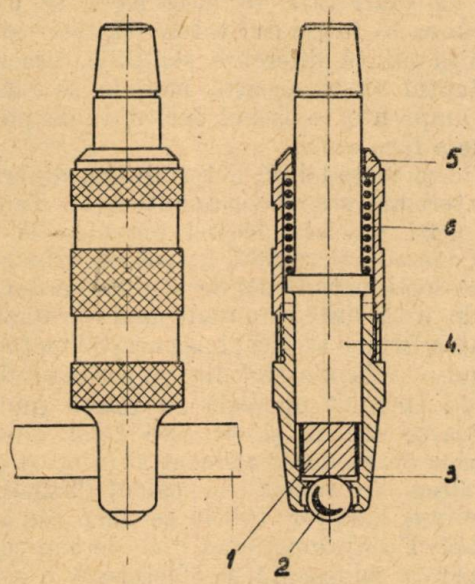


Fig. 6

Duritatea ei nu este inferioară valorii de H_B = 260 kgf/mm², pentru a nu se deteriora din cauza presiunii specifice relativ ridicate, ce ia naștere în timpul lovirii.

Bara model sau de comparație, denumită des impropriu bară etalon, este confecționată din oțel. In general este recomandabil să se utilizeze în stare recoaptă, asigurînd astfel o omogenitate ridicată și lipsa de tensiuni interioare. Prezența tensiunilor interioare în bară produce cu timpul modificarea proprietăților acesteia. In special loviturile puternice au ca urmare o modificare a structurii aflate sub tensiune internă.

Intrucît barele de comparație se consumă în cantități serioase, din motive economice se preconizează confecționarea lor din oțeluri nealiate, tratate termic. Unele uzini din țară confecționează bare din oțel carbon de calitate OLC 45 STAS 880-49, aplicîndu-le un tratament termic special de îmbunătățire și îmbătrînire artificială (normalizare, prelucrare mecanică, îmbunătățire și detensionare prin fierbere în ulei). Folosirea acestor bare pare să dea rezultate satisfăcătoare, însă o lucrare care să analizeze amănunțit rezultatele obținute în acest domeniu, nu a fost dată încă publicității. Lămurirea acestei probleme ar fi de foarte mare importanță, dat fiind faptul că nevoia acestor bare în industria metalurgică este tot mai mare, iar acoperirea necesarului prin import întîmpină greutăți.

Forma și dimensiunile barei de comparație se văd în fig. 7. Dimensiunile din figură se referă la barele originale Poldi.

Există azi tendințe de a se confecționa bare cît mai lungi, pentru a economisi în acest fel material și manoperă. Tendinței de lungire peste măsură a barelor, i se opun două dezavantaje și anume: *a.* se confecționează greu bare

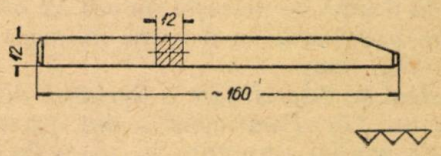


Fig. 7

lungi cu o duritate omogenă, *b.* manevrarea aparatului devine greoaie.

Din practică se constată că barele de lungime 160 mm par să corespundă din toate punctele de vedere; ele se pot confecționa suficient de omogen și totodată manipularea aparatului nu este greoaie.

Intrucît, în momentul lovirii, presiunea specifică între bară și percutor se ridică la valori considerabile, în această zonă se produce o modificare a structurii interioare a barei. Cu toate că această modificare se produce în foarte mică măsură, în cele mai multe cazuri neputînd fi pusă în evidență cu mijloace practice, ea poate avea totuși o influență asupra durității barei (fig. 8).

Acesta este motivul pentru care barele nu se utilizează pe toate 4 fețele ci numai pe 2 suprafețe perpendiculare între ele. O greșeală mare, ce merită să fie amintită aci, comit acele

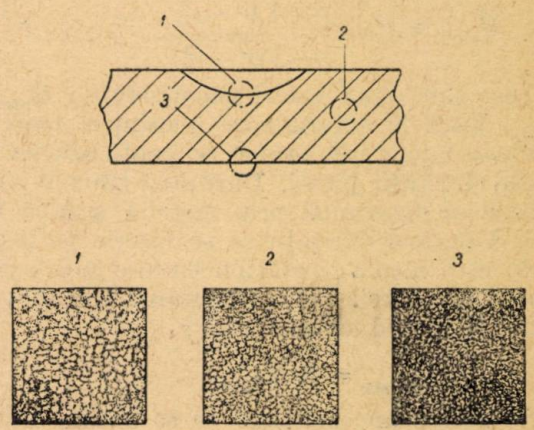


Fig. 8

ateliere care utilizează bare de comparație rezultate din rectitifica ea barelor uzate, în așa măsură ca să dispară urma vizibilă a amprentelor. Este evident că aceste bare pot numai să inducă în eroare pe acela care execută determinarea dar în nici un caz nu pot da o valoare, nici măcar aproximativă, a durității. Din cauza deformărilor plastice ce au loc cu ocazia pătrunderii bilei în bară, structura din zona învecinată amprentei se modifică esențial (fig. 8, punctul 1). Duritatea barei nu mai este

BUDAPEST MŰSZAKI KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1848

identică cu cea stabilită la confecționarea ei, din cauza ecruisării suferite. Tot odată bara își pierde *omogenitatea inițială*, astfel că nu poate fi folosită nici în cazul unei eventuale reetalonări a ei.

Fiecare aparat de duritate de tip Poldi este însoțit de o lupă ce mărește de cca 12 ori, lupă care este prevăzută cu o scară milimetrică divizată în 0,1 mm.

Procedeul de determinare a durității dinamice cu aparatul tip Poldi constă din producerea simultană a unei amprente în piesa de încercat și în bara de comparație. Prin măsurarea diametrelor celor două amprente se poate determina suprafața acestora. Definînd duritatea unei piese ca raportul dintre forța ce apasă bila și suprafața amprentei, se poate scrie relația :

$$H_{piesă} = \frac{2\,P_D}{\pi D\left(D - \sqrt{D^2 - d_p^2}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

în cazul amprentei cu diametrul d_p (mm) produsă în piesă, și totodată

$$H_{bară} = \frac{2\,P_D}{\pi D\left(D - \sqrt{D^2 - d_b^2}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

în cazul amprentei cu diametrul d_b (mm) produsă în bara de comparație.

În aceste relații s-a notat cu P_D (kgf/mm²) forța dinamică ce acționează asupra bilei și cu D (mm) diametrul bilei. Întrucît farța care produce amprentele este aceiași la ambele amprente, se obține prin eliminarea lui P_D din (1) și (2) relația :

$$H_{piesă} = H_{bară}\,\frac{D - \sqrt{D^2 - d_b^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_p^2}} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

în care sînt două valori necunoscute : H_{piesa} și $H_{bară}$. Dacă la determinare folosim o bară cu duritate cunoscută atunci se poate calcula valoarea durității piesei. Duritatea barei de comparație se determină prin metoda statică Brinell. Valoarea durității ce se înscrie pe fiecare bară, este media durității măsurate la cele două capete ale barei. Pentru ușurarea calculului, relația (3) se reduce la forma :

$$H_{DB_{piesă}} = k\,H_{B_{bară}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

unde k este un coeficient ce se obține din tabele în funcție de d_p și d_b. (Tabela I.)

Duritatea dinamică astfel obținută se notează cu H_{DB} pentru a o putea distinge de duritatea statică notată cu H_B. Valorile durității astfel obținute, diferă de valoarea durității statice cu cca ± 7%. Acesta este motivul pentru care această metodă nu poate fi folosită decît la determinarea unor valori cu caracter informativ, ea nefiind o metodă standardizată.

In multe cazuri se folosește și procedeul stabilirii aproximative a rezistenței la rupere a unui oțel, cu ajutorul ciocanului Poldi. In acest scop se înmulțește duritatea obținută cu un coeficient de proporționalitate cuprins între 0,34 și 0,36. Dacă se ține cont de faptul că la asemenea determinări a rezistenței la tracțiune se pot face erori de cca ± 10% față de valoarea reală, se trage concluzia că acest procedeu nu corespunde nici măcar la determinarea unor valori informative.

Faptul că determinarea durității cu ciocanul Poldi dă erori atît de însemnate, se explică prin aceea că între duritatea statică și cea dinamică există diferențe sensibile, precum și prin faptul că la această metodă se măsoară două amprente, existînd deci o dublă posibilitate de a face erori.

La baza metodei de determinare, descrisă în cele anterioare, stă relația analitică (4). Tendința de a mări precizia acestei metode, de altfel foarte comodă și rapidă, a avut ca urmare elaborarea unei metode noi de evaluare a durității, care de astă dată este mult mai apropiată de duritatea Brinell statică, baza acestei metode noi formînd-o relațiile stabilite experimental între d_b și d_p. Intrucît operația cu relații numerice este foarte dificilă și nu este deloc adecvată lucrărilor de atelier, s-a trecut și în acest caz la întocmirea de tabele de calcul (Tabela II). Intocmirea acestor tabele se face după cum urmează. Cu ajutorul unei bare de comparație, de duritate cunoscută, se efectuează o serie de amprente într-o piesă omogenă, de duritate cunoscută. Loviturile de ciocan se aplică în așa fel, încît diametrul amprentelor să fie cuprins între 1,6—4,5 mm. (Valorile se referă la amprentele de pe bară). Intr-o diagramă avînd ca abscisă d_b și ordonată d_p, se introduc punctele obținute la diferite lovituri. Unind un număr corespunzător de puncte se obține o curbă de felul celei din fig. 9.

Repetînd această operație cu aceeași bară de comparație, însă folosind piese de diferite durități, se obțin o serie de curbe similare cu cea din figură. Se constată de asemenea că pentru o anumită duritate a piesei, curba ia forma unei drepte ce trece prin origine. Totodată se constată că pe măsură ce curbele se depărtează de această dreaptă, curbura lor devine mai pronunțată. O serie de asemenea curbe se văd în fig. 10, care a fost construită pentru piese din oțel de construcție, nealiat și netratat termic, folosindu-se totodată o bară a cărei duritate statică este de 203 kgf/mm². Din analizarea diagramei se poate vedea că punctele ce se situează pe o dreaptă corespund la o duritate a piesei de 197 kgf/mm² și nu așa cum s-ar putea crede de la început la o duritate egală cu cea a barei de comparație. Această diferență reprezintă chiar abaterea ce există între duritatea statică și cea determinată cu ciocanul Poldi.

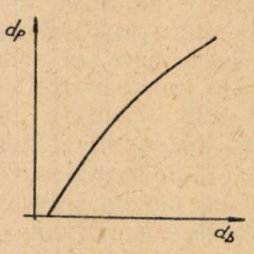


Fig. 9

Aspectul diagramei din fig. 10 se schimbă în funcție de natura materialului ce se încearcă și în funcție de duritatea barei de comparație.

Tabela 1

Valorile coeficientului „k" *)

Diametrul amprentei produse în bara de comparație d_p (mm)	Diametrul amprentei produse în piesa de încercat d_p (mm)																													
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4
1,6	1,00	0,88	0,78	0,69	0,63																								
1,7	1,13	1,00	0,88	0,79	0,71	0,65																							
1,8	1,27	1,13	1,00	0,89	0,80	0,72	0,65																						
1,9	1,45	1,26	1,12	1,00	0,90	0,81	0,73	0,67																					
2,0	1,59	1,40	1,25	1,11	1,00	0,90	0,82	0,75	0,68	0,68																			
2,1	1,79	1,54	1,38	1,24	1,11	1,00	0,90	0,83	0,76	0,69	0,64																		
2,2	1,98	1,72	1,52	1,37	1,22	1,10	1,00	0,92	0,84	0,76	0,70	0,65																	
2,3	2,23	1,94	1,68	1,49	1,34	1,21	1,09	1,00	0,92	0,84	0,77	0,71	0,66																
2,4	2,52	2,12	1,86	1,62	1,46	1,32	1,19	1,09	1,00	0,93	0,85	0,78	0,72	0,67	0,63														
2,5	2,86	2,37	2,04	1,80	1,59	1,44	1,31	1,19	1,08	1,00	0,93	0,86	0,79	0,73	0,68	0,64													
2,6		2,70	2,25	1,97	1,74	1,56	1,42	1,29	1,16	1,08	1,00	0,93	0,86	0,80	0,74	0,69	0,66												
2,7		3,00	2,52	2,15	1,92	1,70	1,52	1,40	1,26	1,16	1,08	1,00	0,93	0,86	0,80	0,75	0,70	0,66											
2,8			2,83	2,40	2,06	1,86	1,65	1,52	1,37	1,26	1,16	1,08	1,00	0,93	0,87	0,81	0,76	0,71	0,67										
2,9				2,67	2,28	2,01	1,80	1,64	1,46	1,37	1,25	1,16	1,08	1,00	0,93	0,87	0,81	0,77	0,72	0,68	0,63								
3,0				2,95	2,53	2,18	1,95	1,78	1,59	1,46	1,34	1,25	1,15	1,07	1,00	0,93	0,88	0,82	0,77	0,72	0,68	0,65							
3,1					2,80	2,42	2,11	1,91	1,71	1,56	1,45	1,34	1,24	1,15	1,07	1,00	0,93	0,88	0,82	0,78	0,73	0,69	0,66						
3,2						2,66	2,31	2,05	1,86	1,68	1,53	1,42	1,32	1,24	1,14	1,07	1,00	0,94	0,88	0,82	0,79	0,74	0,69	0,66					
3,3						2,92	2,52	2,21	2,00	1,81	1,65	1,52	1,40	1,30	1,22	1,13	1,06	1,00	0,94	0,88	0,83	0,79	0,74	0,70	0,67	0,63			
3,4							2,79	2,42	2,14	1,95	1,77	1,62	1,49	1,39	1,29	1,21	1,13	1,06	1,00	0,94	0,89	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67	0,64		
3,5							3,00	2,64	2,33	2,08	1,89	1,74	1,59	1,48	1,38	1,28	1,21	1,13	1,06	1,00	0,94	0,89	0,83	0,80	0,76	0,71	0,68	0,65	
3,6								2,87	2,53	2,24	2,01	1,86	1,71	1,58	1,46	1,37	1,27	1,19	1,12	1,06	1,00	0,95	0,89	0,84	0,80	0,76	0,72	0,69	0,66
3,7									2,77	2,43	2,17	1,97	1,81	1,68	1,55	1,45	1,35	1,26	1,19	1,12	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,81	0,76	0,73	0,69
3,8									2,98	2,64	2,34	2,11	1,94	1,79	1,65	1,52	1,44	1,35	1,26	1,19	1,12	1,05	1,00	0,95	0,90	0,86	0,81	0,77	0,73
3,9										2,86	2,53	2,27	2,05	1,91	1,76	1,62	1.50	1,42	1,34	1,25	1,18	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90	0,86	0,81	0,77
4,0											2,77	2,44	2,20	2,01	1,86	1,71	1,59	1,49	1,40	1,32	1,25	1,17	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90	0,86	0,82
4,1											2,95	2,62	2,35	2,12	1,97	1,81	1,68	1,58	1,48	1,40	1,31	1,24	1,16	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90	0,86
4,2												2,84	2,52	2,28	2,08	1,94	1,79	1,65	1,55	1,46	1,38	1,31	1,34	1,16	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90
4,3													2,72	2,44	2,21	2,04	1,89	1,78	1,64	1,53	1,45	1,37	1,29	1,24	1,16	1,11	1,05	1,00	0,95
4,4													2,93	2,61	2,36	2,14	1,98	1,86	1,74	1,62	1,52	1,44	1,37	1,29	1,22	1,16	1,11	1,05	1,00
4,5																													

*) După: Controlul mașinilor și aparatelor pentru încercările mecanice ale metalelor.
Traducere IDT — 1949

Tabela 11

Duritatea statică a pieselor de oțel, determinate cu ciocanul Poldi *) (se poate folosi la oțeluri nealiate, în stare netratată)

| Diametrul amprentei în bara de comparație d_b (mm) | Diametrul amprentei produse în piesa de încercare d_p (mm) | | |

In acest scop tabelele se întocmesc pentru fiecare material separat, iar pentru a elimina

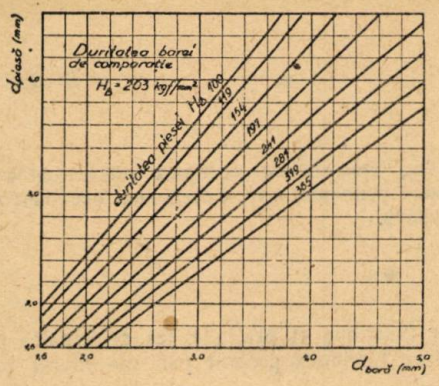


Fig. 10

influența durității barei de comparație, se ia ca bară de bază cea cu duritatea de 203 kgf/mm².

Pentru a determina duritatea unei piese cu ajutorul unei bare de altă duritate decît 203 kgf/mm², se citește din tabelă valoarea durității corespunzătoare și aceasta se înmulțește cu coeficientul k.

$$k = \frac{\text{duritatea barei cu care se lucrează}}{203}$$

Aparatele originale, livrate de Uzinele Poldi, sînt însoțite de tabele de calcul a durității, în care se obține duritatea statică Brinell a piesei în funcție de d_p și d_b, cu erori mult mai reduse decît la metoda de lucru prezentată la început. Totuși nici cu această îmbunătățire nu se poate pretinde ca procedeul de determinare să-și ocupe locul între încercările de duritatea standardizate.

Bara de comparație care stă la baza tabelelor livrate de Uzinele Poldi are rezistența nominală la rupere de 70 kgf/mm². In funcție de materialul ce se încearcă, sînt anexate diferite tabele. In tabelele folosite pentru determinarea durității pieselor de oțel, se trece pe lîngă duritate și rezistența la rupere, rezultată din duritate. Pe barele de comparație ce se livrează de Uzinele Poldi se găsește gravată rezistența la rupere nominală a barei precum și coeficientul de transformare.

$$k'' = \frac{\text{rezistența nominală de rupere}}{70}$$

După prezentarea părții teoretice care stă la baza determinării durității pieselor metalice cu ajutorul ciocanului Poldi, consider necesar să prezint anumite probleme de natură practică, probleme ce au o influență hotărîtoare asupra reușitei determinării.

— La executarea amprentelor, este necesar ca lovitura de ciocan să fie aplicată brusc și în așa fel ca bila să pătrundă instantaneu în piesă. Nu este admisibil ca ciocanul să cadă asupra aparatului după prima ricoșare.

— O condiție foarte importantă este așezarea perpendiculară a aparatului pe suprafața piesei de încercat.

— Piesa ce se încearcă trebuie să fie de greutate mare, astfel ca în timpul loviturii să nu se deplaseze din locul inițial. De asemenea forma piesei trebuie să-i asigure o rigiditate suficientă, pentru a nu permite deformații elastice de ordin de mărime practic măsurabile. Piesele a căror grosime de perete este inferioară valorii de 10 mm nu se pot încerca cu această metodă.

— Mărimea amprentei trebuie să fie în așa fel aleasă, ca să aibe dimensiunile cît mai mari, asigurînd astfel posibilitatea unei citiri mai ușoare și mai precise. Precizia de citire a diametrului urmei să fie de 0,1 mm. Alegerii amprentelor de dimensiuni prea mari, i se opune cerința de a nu executa pe bara de comparație amprente ce depășesesc diametrul de 4,5 mm, căci în acest caz intervine efectul de margine și amprenta devine ovală.

— Distanța între două amprente vecine, pe bară, să fie de cel puțin 2 d_b (socotit de la centrul urmelor).

— In sfîrșit o condiție, care de fapt este inerentă oricărei metode de încercare, cere ca să se tragă concluzii numai pe baza unui număr de cel puțin 3 determinări, executate asupra aceleași piese, pe un loc restrîns.

In cazul cînd tehnicienii care utilizează aparatele de tip Poldi la determinări de duritate, își însușesc problemele de natură teoretică ce stau la baza metodei și totodată respectă condițiile de natură practică expuse mai sus, se poate ajunge ca prin acest aparat simplu să se dispună de un instrument de măsurat în a cărui determinări să se poată avea încredere. Trebuie însă precizat încă odată că în condiții oricît de bune și îngrijite s-ar lucra, metoda își păstrează caracterul ei de „metodă aproximativă". Ea nu poate da un rezultat hotărîtor în caz de litigii, unde numai o metodă clasică „statică își poate spune cuvîntul.

Metode pentru măsurarea iluminărilor și fluxurilor luminoase

D. SAVOPOL

Автор описывает основные способы, применение которых представляется возможным при расчетах и производственных условиях при измерении светового потока излучаемого каким-нибудь источником света.

★

L'article présente, du point de vue théorique et pratique, les principales méthodes pouvant être utilisées à la mesure du flux lumineux produit par une source lumineuse quelconque.

Una din problemele importante ale practicei fotometrice este problema fluxului luminos emis de un izvor de lumină și a măsurării sale. In tehnica iluminatului, caracterizarea unui izvor de lumină din punct de vedere al fluxului luminos total, sau al distribuției sale luminoase, este un capitol important de care se ține seamă la calculul iluminărilor, la utilizarea rațională a izvoarelor de lumină și chiar la proiectarea unor izvoare de lumină.

Scopul practic urmărit, atunci cînd se rezolvă o problemă de iluminat, general sau local, este deobicei realizarea unor anumite iluminări pe suprafețele de utilizare. Aceste iluminări trebuie realizate ținînd seama de felul lucrărilor ce se execută pe aceste suprafețe și urmărind obținerea unui coeficient de economie (raportul dintre iluminarea realizată și puterea instalată) cît mai ridicat. Din acest punct de vedere, problema cunoașterii repartiției luminoase a izvoarelor de lumină devine și mai importantă, deoarece în calculul coeficientului de economie se ține seamă numai de fluxul util al izvorului, flux a cărui măsurare este deci evident necesară.

In concluzie, pentru o bună utilizare a mijloacelor de iluminat și realizarea unui iluminat de bună calitate, este necesară pe de o parte măsurarea fluxurilor și distribuțiilor luminoase, iar pe de altă parte măsurarea iluminărilor.

Măsurarea iluminărilor. Aparatelor utilizate la măsurarea iluminărilor li se cer unele condiții pentru ca ele să poată fi utilizate cu succes în practică. Ele trebuie să fie portabile, simple și ușoare, deoarece iluminarea trebuie măsurată în cele mai variate locuri. De asemenea ele trebuie să fie astfel construite, încît să nu împiedice iluminarea normală în regiunea în care se execută măsurarea.

Pentru măsurători curente, în ateliere, pe străzi, în localuri publice, se utilizează de obicei diferite fotometre fotoelectrice, special construite în acest scop (luxmetre). Atunci cînd este necesară o mai mare precizie, mai ales cînd lumina este colorată, se recurge la fotometre subiective. Iluminarea se măsoară în principiu prin compararea strălucirii a două ecrane, unul dintre ele așezat în zona măsurării, iar celălalt constituind ecranul etalon iluminat de lampa fotometrului.

Măsurătorile se execută după o etalonare prealabilă a aparatului. Unul din cele mai simple iluminometre este cel reprezentat în figura 1. Aparatul se compune dintr-o cutie conținînd lampa L, reostatul de reglaj *R*, un voltmetru V și o baterie uscată (nereprezentată în figură). Pe

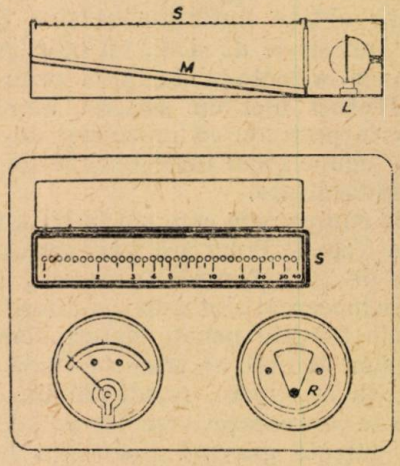


Fig. 1

capacul aparatului se află ecranul difuzant opac S, care conține o serie de deschideri translucide circulare. Acestea sînt iluminate din interior, în mod descrescător, atît direct cît și prin reflexie cu ajutorul oglinzii M. Pentru executarea măsurării, se pune în funcțiune lampa, reglînd cu reostatul — sub controlul voltmetrului — regimul ei de funcționare. Aparatul se așează pe locul dorit și se observă egalitatea de strălucire dintre ecranul difuzant (iluminat din exterior) și una din deschiderile translucide (iluminată din interior). In dreptul deschiderii este notată valoarea iluminării în

luxi. Prin modificarea tensiunii de alimentare a lămpii se modifică domeniul de măsurare al aparatului.

In afară de acest iluminometru simplu, mai există şi altele mai perfecţionate, care folosesc diferite metode de slăbire a luminii, cunoscute, în fotometrie. Principiile lor de funcţionare se reduc, în cele din urmă, ca şi la iluminometrul descris mai sus, la compararea strălucirii a două ecrane fotometrice. Iluminometrele (luxmetrele) obiective utilizează proprietăţile unei celule fotovoltaice care sub influenţa unui flux luminos incident dă naştere unui fotocurent, măsurabil cu ajutorul unui instrument corespunzător. Intensitatea acestui fotocurent este proporţională cu mărimea fluxului luminos incident şi deci (suprafaţa fotocelulei fiind constantă) cu mărimea iluminării la nivelul fotocelulei.

Măsurarea fluxului luminos. Fluxul luminos emis de un izvor luminos, este unul din cei mai importanţi parametri fotometrici ai izvorului respectiv. Mărimea acestui flux este determinantă, în majoritatea cazurilor, pentru aprecierea calităţii şi posibilităţilor sale de folosire. Mai mult decît atît, pentru rezolvarea multor probleme practice de iluminat, este necesară cunoaşterea *distribuţiei spaţiale* a acestui flux. Pentru fiecare caz în parte pot fi alese izvoare de lumină cu o distribuţie luminoasă favorabilă în vederea îmbunătăţirii calităţii iluminatului şi reducerii cheltuelilor de exploatare.

Fluxul luminos elementar $d\Phi$, emis de un izvor luminos într-un unghi solid elementar $d\omega$ este :

$$d\Phi = I\ d\omega \qquad (1)$$

în care I este intensitatea luminoasă în direcţia considerată. Rezultă că fluxul luminos total

$$\Phi = \int d\Phi \qquad (2)$$

se poate calcula efectuînd această integrală extinsă de-a lungul unghiului solid total. Trebuie menţionat că cu mijloacele fotometrice simple, intensitatea luminoasă I este direct accesibilă măsurătorilor, aşa că dispunînd de un număr suficient de mare de valori ale lui I în toate direcţiile, integrala se poate efectua cu una din metodele ce vor fi descrise mai jos.

Forma explicită a integralei (2) se poate afla urmărind figura 2. Unghiul solid $d\omega$ are valoarea

$$d\omega = \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi \qquad (3)$$

aşa că fluxul luminos total Φ devine egal cu valoarea integralei definite

$$\Phi = \iint I(\vartheta, \varphi) \sin\vartheta\, d\vartheta\, d\varphi \qquad (4)$$

extinsă pe toată suprafaţa sferei.

Metodele de evaluare a mărimii fluxului luminos se împart în două mari categorii :

A) *metode indirecte*, care au ca principiu măsurarea intensităţilor luminoase în cît mai multe direcţii şi integrarea funcţiunii (4) de-a lungul unghiului solid total, şi

B) *metode directe*, la care integrarea se face automat cu ajutorul unor aparate speciale, denumite lumenmetre.

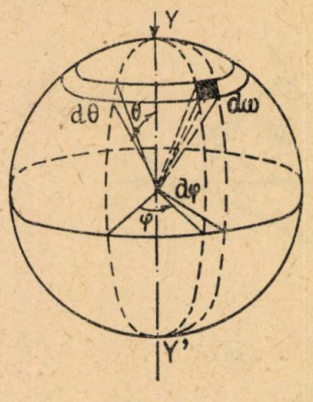


Fig. 2

A) *Metodele indirecte* pentru evaluarea fluxului luminos au la bază, aşa cum a fost anticipat mai sus, o serie de măsurări de intensitate într-un număr cît mai mare de direcţii (aceasta presupune o împărţire prealabilă a sferei, cu izvorul luminos în centrul ei, în acelaş număr de zone, număr care este cu atît mai mare cu cît şi precizia determinării trebuie să fie mai mare). Produsul dintre valoarea intensităţii luminoase şi mărimea unghiului solid delimitat de suprafaţa zonei respective reprezintă fluxul luminos elementar $\Delta\Phi$. Insumarea acestor fluxuri reprezintă fluxul luminos total (dacă însumarea s-a făcut pe toată sfera) sau fluxul luminos parţial (dacă însumarea s-a făcut numai în anumite zone interesante).

Imaginînd o sferă, cu centrul coincizînd cu izvorul luminos studiat, pe fiecare punct al suprafeţei sferei se poate în principiu nota valoarea, măsurată prin oricare din procedeele fotometrice elementare, a intensităţii luminoase în direcţia punctului. Unind între ele prin trăsături continue toate punctele corespunzînd aceleiaşi valori a intensităţii luminoase, se obţine pe suprafaţa sferei o reţea de curbe izocandele.

Admiţînd pentru fiecare zonă (mărginită de două curbe izocandele vecine) o valoare medie a intensităţii luminoase, evaluarea fluxului luminos corespunzător se face uşor după măsurarea suprafeţei zonei, raza sferei fiind cunoscută. Această măsurare se face utilizînd una din următoarele reprezentări ale sferei în plan, reprezentări care conservă suprafeţele şi care permit deci măsurarea lor prin planimetrare.

1. *Reprenzentarea lui Samson-Flamstead.* Zona sferică elementară cu înălţimea dh (figura 3) delimitată de arcul de cerc AB, are suprafaţa

$$dS = 2\ \pi\ R^2 \sin\vartheta\ d\vartheta \qquad (5)$$

în care R este raza sferei şi $d\vartheta$ este unghiul la centru corespunzător arcului AB. Suprafaţa aceleiaşi zone, însă numai de-a lungul unui fus de 90° (un sfert din sferă) este

$$dS' = \frac{1}{4}\ dS = \frac{\pi R^2 \sin\vartheta\ d\vartheta}{2} = \frac{\pi R}{2} \sin\vartheta . R d\vartheta \qquad (6)$$

Această suprafaţă poate fi reprezentată într-un plan avînd de pildă una din dimensiuni pro-

porţională cu sin ϑ iar cealaltă proporţională cu ϑ.

Un punct oarecare P aflat la o distanţă unghiulară ϑ_1 de polul sferei şi la o longitudine $\varphi \leqslant 90°$

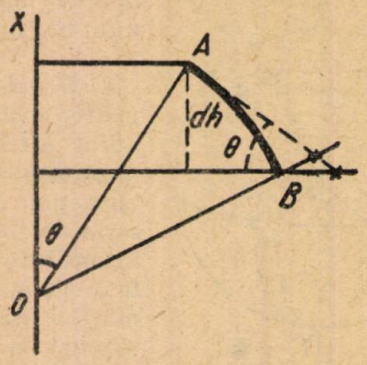


Fig. 3

de meridianul zero al fusului reprezentat, se regăseşte pe reprezentarea plană cu coordonatele $R\vartheta_1$ şi $\frac{\pi R}{2}\frac{\varphi}{90°}\sin\vartheta_1$. Suprafeţele delimitate de curbele izocandele se pot acum măsura direct sau cu ajutorul unui planimetru obişnuit. După cum s-a arătat, mărimea suprafeţelor s-a conservat, însă ele s-au deformat, mai ales în regiunea polilor.

2. *Reprezentarea Marsat* utilizează următoarea teoremă de geometrie (figura 4): supra-

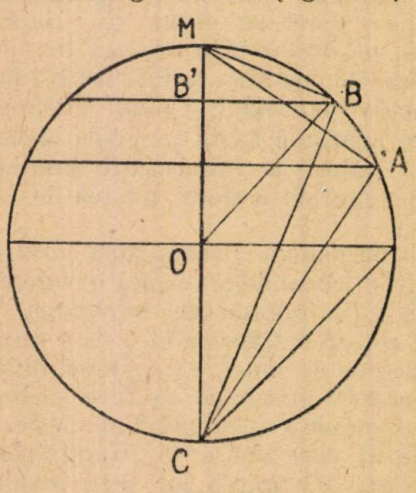


Fig. 4

faţa calotei sferice delimitată de planul B şi cu vîrful în M, este egală cu suprafaţa cercului care are raza egală cu coarda MB. Rezultă că suprafaţa cercului cu raza cît MC din figura 5 este egală cu suprafaţa totală a sferei cu diametrul cît MC din figura 4, iar suprafaţa plană haşurată, cuprinsă între cercurile cu razele MB şi MA este egală cu suprafaţa segmentului sferic cuprins între planele A şi B. Un punct oarecare P depe sferă aflat la o longitudine φ, se regăseşte pe cercul din figura 5 în direcţia φ (în raport cu o direcţie origină) pe cercul cu raza MP egală cu coarda MP a sferei. Dela această regulă face excepţie punctul C (antipodul punctului M) care este un punct singular al acestei reprezentări. Această metodă dă maximum de deformări în regiunea polului C.

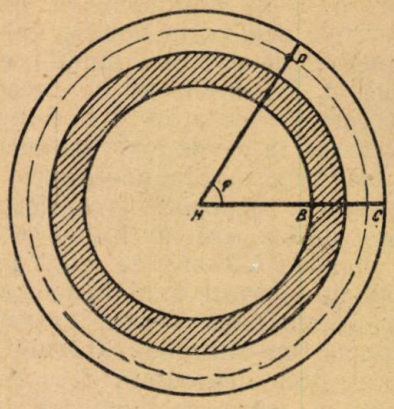


Fig. 5

3. *Reprezentarea cilindrică.* Se proectează punctele sferei perpendicular pe suprafaţa unui cilindru presupus tangent sferei dealungul cercului ecuator. (Fig. 6). Suprafeţele elementare (haşurate) au valoarea

$$dS = 2\ \pi\ R^2\ \sin\ \vartheta\ d\vartheta \qquad (7)$$

atît pe sferă cît şi pe cilindrul desfăşurat. Punctul P de coordonate ϑ şi φ se regăseşte pe această reprezentare plană la aceleaşi coordonate.

Oricare din metodele descrise mai sus poate fi utilizată pentru reprezentarea în plan a sferei, în vederea calculării fluxurilor luminoase prin diferite suprafeţe (respectiv în diferite unghiuri

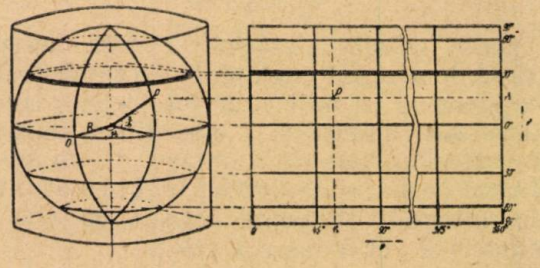


Fig. 6

solide). Toate aceste reprezentări conservă, ca mărime, suprafeţele, însă produc deformări mai mari sau mai mici în diferite regiuni ale lor. Mărimea acestor deformări precum şi poziţia zonelor mai expuse deformărilor reprezintă criteriul de alegere. Astfel de pildă reprezentarea Marsat este indicată pentru studiul fluxului luminos al proectoarelor, deoarece deformările sînt practic inexistente în regiunea unuia din poli, ales în sensul fascicolului luminos, şi sînt foarte mari în regiunea celuilalt pol, care în schimb nu interesează problema.

Măsurarea sistematică a *intensităților luminoase* și calculul fluxului luminos se fac în felul următor :

a. Se măsoară intensitatea luminoasă prin oricare procedeu fotometric adecvat pentru o serie de unghiuri ϑ corespunzătoare aceluiași azimut φ, înscriindu-se rezultatele într-o diagramă.

$$I = f(\vartheta)_{\varphi = \text{const.}} \qquad (8)$$

b. Se repetă operațiile de la punctul (*a*) pentru toată seria de azimuturi φ, întocmindu-se tot atîtea diagrame.

c. Cu ajutorul acestor diagrame se determină unghiurile ϑ (pentru fiecare azimut φ în parte) corespunzătoare aceleiași valori a intensității luminoase I.

d. Punctele izocandele determinate la punctul (*c*) se trec pe reprezentarea plană a sferei, și unindu-le printr-o linie continuă se trasează curba izocandelă corespunzătoare.

e. Se repetă operațiile de la punctele (*c*) și (*d*) pentru fiecare valoare a lui I (din scara de valori aleasă inițial).

f. Se măsoară suprafața ΔS a zonei cuprinsă între două curbe izocandele succesive și se atribuie acestei zone intensitatea luminoasă I_m egală cu media intensităților corespunzătoare curbelor izocandele ce delimitează zona.

g. Ținînd seama de unitățile fotometrice și geometrice utilizate în operațiile precedente și ținînd cont că suprafața zonei este proporțională cu mărimea unghiului solid delimitat de ea, se calculează valoarea fluxului luminos $\Delta\ \Phi$ emis prin zona respectivă după relația :

$$\Delta\ \Phi = K\ I_m\ \Delta S \qquad (9)$$

în care K este o constantă de proporționalitate care depinde de unitățile alese.

h. Se repetă operațiile de la punctele (*f*) și (*g*) pentru toate zonele și se calculează fluxul luminos total emis de izvorul luminos (presupus situat în centrul sferei) :

$$\Phi = \Sigma\ \Delta\ \Phi \qquad (10)$$

Precizia acestor determinări este cu atît mai mare, cu cît măsurările s-au făcut pentru un număr mai mare de perechi (ϑ, φ) și pentru o scară cît mai deasă de intensități.

Metoda de lucru descrisă mai sus are avantajul că oferă posibilitatea de a măsura nu numai fluxul luminos total, emis de un izvor luminos, ci și fluxul parțial, emis într-o anumită direcție sau prin anumite suprafețe. In acest scop se execută operațiile descrise mai sus (punctele *f*, *g* și *h*) numai pentru suprafețele reprezentării plane corespunzătoare zonei iluminate interesante, care poate fi de pildă o șosea, un teren sportiv, o pistă de aterisaj, fațada unei clădiri, etc. Fluxul calculat este fluxul luminos util care se utilizează în calculul iluminării din punct de vedere fotometric și economic.

Nu se poate încheia această parte a expunerii fără a aminti de un caz particular deosebit de interesant. Este vorba de izvoarele luminoase a căror distribuție luminoasă prezintă o simetrie de revoluție în raport cu un ax. Cu alte cuvinte, dacă izvorul luminos este așezat în centrul sferei din figura 2, cu axa de simetrie coincizînd cu axa polilor VV', atunci intensitea luminoasă măsurată în sensul generatoarelor unui con cu deschiderea 2ϑ este aceiași, indiferent de azimutul φ. In această ipoteză relația (4) devine :

$$\Phi = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\pi} I(\vartheta) \sin\vartheta d\vartheta = 2\pi \int_{\pi}^{0} I(\vartheta)\, d(\cos\vartheta) \qquad (11)$$

Diagrama lui Rousseau (figura 7) permite integrarea grafică a ecuației (11), dacă s-au

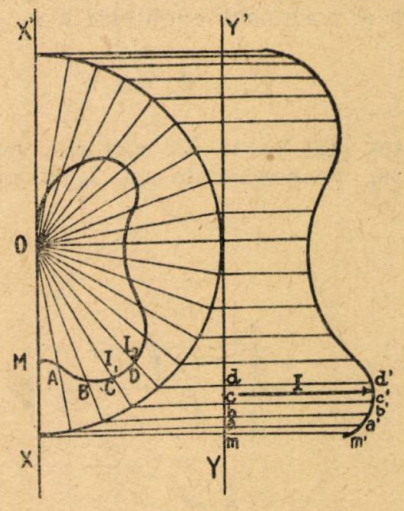


Fig. 7

măsurat valorile $I(\vartheta)$ corespunzătoare unui număr oarecare de unghiuri ϑ.

In partea stîngă a diagramei este trasată indicatoarea fotometrică (curbă unind extremitățile unor segmente dirijate, proporționale cu intensitățile luminoase și cu punctul de aplicație în O) a izvorului luminos așezat în punctul O. Circumscris acestei indicatoare, și cu centrul în O, se desenează un semicerc cu raza R, cu diametrul XX' coincizînd cu axa de simetrie a sursei luminoase. Din centrul O se duc raze, la distanțe unghiulare egale, pînă la intersecția lor cu semicercul. Din punctele de intersecție se duc perpendiculare pe o axă YY', paralelă cu XX', în punctele m, a,b,c, ... Din aceste puncte se ridică perpendicular pe axa YY' segmentele mm' aa', bb', etc. egale în lungime cu segmenele OM, OA, OB etc., și deci la rîndul lor proporționale cu intensitățile luminoase din direcțiile respective. Extremitățile m', a', b', etc. ale acestor segmente, unite printr-o trăsătură continuă, reprezintă o mărime proporțională cu $I(\vartheta)$ reprezentată în funcție de cos ϑ.

Suprafața cuprinsă între axa YY' și această curbă este deci proporțională cu valoarea integralei definite (11), dacă intervalele unghiulare dintre segmentele OM și OA, OA și OB, etc. au fost alese suficient de mici, astfel încît pentru zona respectivă să poată fi luată în considerație

o intensitate luminoasă I, medie a intensităţilor luminoase ce delimitează zona.

Ca şi în cazurile precedente, cu ajutorul diagramei Rousseau pot fi calculate şi fluxuri luminoase parţiale.

* * *

B. *Metodele directe* pentru determinarea fluxului luminos au la bază proprietăţile suprafeţelor perfect difuzante. Acestea se caracterizează prin aceia că intensitatea luminoasă I_ε într-o direcţie oarecare care face unghiul ε cu normala la suprafaţă, este egală cu produsul dintre intensitatea I_n în direcţie normală şi cosinusul unghiului ε :

$$I_\varepsilon = I_n \cos \varepsilon \qquad (12)$$

Relaţia (12) arată că vîrfurile segmentelor orientate, proporţionale cu I_ε şi aplicate în

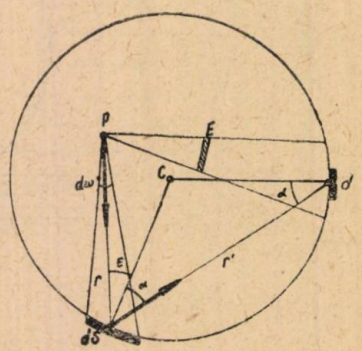


Fig. 8

punctul de incidenţă al unui fascicol luminos incident, se aşează pe o sferă astfel încît indicatoarea fotometrică a unei suprafeţe perfect difuzate este un cerc.

Fluxul total emis de o asemenea suprafaţă este :

$$\Phi = \int_0^{\pi/2} 2\pi I_n \sin \varepsilon \cos \varepsilon \, d\varepsilon = \pi I_n \qquad (13)$$

Unul din principalele aparate fotometrice la care se utilizează aceste proprietăţi în scopul executării integralei de suprafaţă (4) este sfera Ulbricht.

Presupunem o sferă, reprezentată schematic în figura 8, vopsită în interior cu o vopsea albă perfect difuzantă. In P se află izvorul luminos al cărui flux se măsoară. Distribuţia luminoasă a acestui izvor este oarecare, indiferentă pentru problema de faţă. Ecranul opac E (vopsit cu aceiaşi vopsea) fereşte suprafaţa ds, a cărei iluminare prin intermediul reflexei difuze trebuie calculată, de iluminarea directă din P.

Fluxul luminos emis din P pe suprafaţa dS este :

$$d\Phi = I_{ds} \, d\omega \qquad (14)$$

Dacă coeficientul de reflexie difuză al vopselei este ρ, fluxul total emis de suprafaţa iluminată dS este :

$$d\Phi_{ds} = \rho \, d\Phi = \pi \, dI' \qquad (15)$$

în virtutea relaţiei (13).

In relaţia de mai sus dI' este intensitatea luminoasă elementară in direcţie normală a suprafeţei dS.

Deci intensitatea în direcţia suprafeţei ds este :

$$dI'_{ds} = dI' \cos \alpha \qquad (16)$$

Ţinînd seamă de (15) relaţia (16) devine,

$$dI'_{ds} = \frac{\rho}{\pi} d\Phi \cos \alpha \qquad (17)$$

Fluxul elementar emis de suprafaţă dS asupra suprafeţei ds este :

$$d^2 \Phi_{ds} = dI'_{ds} \, d\omega' \qquad (18)$$

Ţinînd seamă de expresia lui dI'_{ds} din (17) şi de definiţia unghiului solid $d\omega'$ din geometria figurii, expresia (18) devine :

$$d^2 \Phi_{ds} = \frac{\rho}{\pi} d\Phi \frac{\cos^2 \alpha}{r'^2} ds \qquad (19)$$

Dar intrucît $\cos \alpha = \frac{r'}{2R}$ relaţia (19) se scrie :

$$d^2 \Phi_{ds} = \frac{\rho}{4\pi R^2} d\Phi . ds \qquad (20)$$

Iluminarea suprafeţei ds este deci :

$$dE_{ds} = \frac{d^2 \Phi_{ds}}{ds} = \frac{\rho}{4\pi R^2} d\Phi \qquad (21)$$

Iluminarea produsă cu contribuţia intregei sfere, prin intermediul reflexei difuze de primul ordin, este :

$$E_{ds} = \int \frac{\rho}{4\pi R^2} d\Phi = \frac{\rho}{4\pi R^2} \Phi \qquad (22$$

extinsă pe toată suprafaţa sferei.

Ţinînd însă seamă că pe pereţii sferei se produc reflexii multiple, coeficienţii respectivi de reflexie difuză vor fi (pentru reflexiile dela ordinul al 2-lea în sus) :

$$\rho^2, \ \rho^3, \ \rho^4, \ \ldots$$

Deci expresia (22) a iluminării suprafeţei ds corectată din acest punct de vedere este :

$$E_{ds} = \frac{\rho}{4\pi R^2} (1 + \rho + \rho^2 + \ldots) \Phi = \frac{\rho}{1-\rho} \cdot \frac{1}{4\pi R^2} \Phi \qquad (23)$$

Relaţa 23 arată că iluminarea unui element de suprafaţă *ds* aparţinînd sferei, protejată de iluminarea directă cu ajutorul unui ecran opac, este proporţională cu fluxul luminos total Φ emis de izvorul luminos suspendat în sferă.

Practicînd deci în peretele sferei o ferestruică se poate monta în acel loc un ecran translucid. Iluminarea acestuia, din interiorul sferei, este proporţională cu strălucirea sa, văzut, din exteriorul sferei. Deci se poate măsura fluxul luminos total al lămpii montate în sferă prin măsurarea strălucirii ecranului translucid, aceste două mărimi fiind proporţionale.

Din punct de vedere constructiv, trebuie îndeplinite următoarele condiţii pentru ca erorile de măsură sistematice să fie reduse la minimum :

a. Diametrul ferestrei de observaţie să fie cît mai mic în raport cu diametrul sferei şi în niciun caz să nu depăşească 1/10 din aceasta.

b. Geamul translucid al ferestrei de observaţie să fie montat la nivelul interior al sferei.

c. Coeficientul de transmisie al ferestrei să fie pe cît posibil independent de lungimea de undă a luminii.

d. Ecranul opac să fie instalat între 3/10 şi 4/10 din distanţa dintre lampă şi fereastra de observaţie.

e. Vopseaua interioară a sferei să fie cît mai perfect difuzată. Pentru aceasta se utilizează de obiceiu vopsele pe bază de oxid de magneziu sau oxid de zinc.

Modul de lucru cu sfera Ulbricht.

a. Se introduce în sferă o lampă cu fluxul luminos total cunoscut (un etalon de flux) şi se compară strălucirea ferestrei de observaţie cu strălucirea unui ecran fotometric, utilizînd oricare procedeu de slăbire a luminii cunoscut în fotometrie. Ecranul fotometric este iluminat de o lampă de comparaţie al cărui regim de funcţionare este perfect controlat. Această operaţie stabileşte corespondenţa dintre fluxul luminos emis de lampa din sferă şi elementul reperabil al fotometrului utilizat (scară gradată, sector gradat, distanţe pe bancul fotometric, etc.). Prin aceasta se stabileşte constanta de proporţionalitate dintre mărimea strălucirii ecranului translucid al sferei (respectiv scara gradată a fotometrului) şi mărimea fluxului luminos instalat în sferă.

b. După etalonarea aparatului, se introduce în sferă lampa al cărui flux luminos trebuie măsurat şi utilizînd constanta de etalonare aflată la punctul (*a*), se determină direct fluxul luminos.

Datorită dificultăţilor de construcţie ale sferelor fotometrice, s-au construit şi diferite aparate integratoare cubice sau poliedrice. Aceste aparate dau rezultate corecte numai dacă distribuţia luminoasă a izvoarelor de lumină ce se măsoară cu ele este practic identică şi în acelaş timp asemănătoare cu etalonul de flux ce a fost folosit la etalonarea aparatului. Aceste integratoare au deci o intrebuinţare limitată, putînd fi folosite numai la măsurători de serie pentru lămpi de aceeiaşi formă şi construcţie.

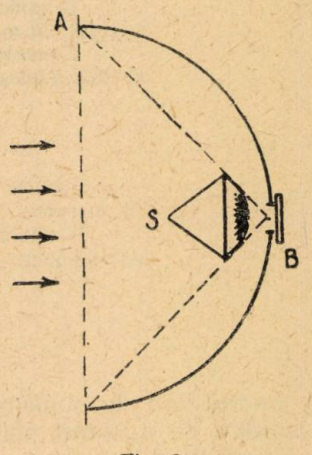


Fig. 9

Pentru diferite cazuri speciale, s-au adaptat integratoarelor dispozitive şi s-au construit integratoare speciale, putîndu-se măsura fluxuri parţiale şi îmbunătăţindu-le indicele de utilizare.

Un caz remarcabil îl reprezintă utilizarea semisferei integratoare pentru cazul proectoarelor sau altor izvoare de lumină cu fascicol luminos dirijat sau îngust. In polul semisferei (figura 9) este practicată o deschidere acoperită cu un ecran translucid *B* ca şi în cazul sferei. In faţa ecranului, în *S*, se află un alt ecran, de formă specială avînd părţi argintate şi părţi înegrite astfel ales încît iluminarea directă a ecranului *B* să fie împiedecată (marginea ecranului *S* se află pe dreapta *AB*). In acelaşi timp forma ecranului *S*, aleasă empiric, trebuie să asigure independenţa iluminării ecranului *B* pentru diferite incidenţe ale fascicolului luminos proiectat pe semisferă.

Scările aparatelor de măsurat

Ing. L. SCHAPIRA

В данной статье автор дает описание основных признаков градуированных шкал измерительной аппаратуры.

Приводится анализ этих признаков, а также и влияющих на отсчет факторов, причем указываются наиболее удобные для правильного отсчета условия.

★

L'auteur présente les caractéristiques principales des échelles graduées des appareils de mesure.

Il analyse ces caractéristiques ainsi que les facteurs qui influencent la lecture, en indiquant les meilleures conditions requises par une lecture correcte.

In vederea operațiilor de măsurare, majoritatea aparatelor de măsurat sînt prevăzute cu un dispozitiv indicator.

Acesta se compune dintr-un șir de semne dispuse după o linie dreaptă sau o curbă (scară gradată) și un indice material sau luminos care reprezintă elementul geometric în dreptul căruia se face citirea pe scara gradată.

Aceste dispozitive indicatoare trebuie să fie astfel construite încît să asigure, în condiții normale de utilizare, o lectură sigură și comodă.

Pentru obținerea acestui lucru, se impune a se cunoaște toți factorii care influențează asupra lecturii, în vederea alegerii condițiilor optime de citire.

In general, scările folosite la aparatele de măsurat se pot împărți în :

— scări plane rectilinii (rigle gradate, termometre, etc.)

— scări plane circulare (comparatoare cu cadran, manometre, etc.).

— scări trasate pe suprafețe cilindrice și conice (tamburi gradați, micrometre etc.)

Caracteristicile principale ale unei scări gradate sînt următoarele : diviziunea, valoarea diviziunii, limitele scării gradate, execuția reperelor și precizia de citire.

Diviziunea este intervalul dintre axele, respectiv centrele a două repere consecutive ale scării gradate. La majoritatea aparatelor de măsurat, diviziunea este constantă pe lungimea întregii scări. Astfel de scări gradate se numesc uniforme.

La puține aparate de măsurat, diviziunea variază în lungul scării adică diviziunile nu sînt egale între ele pe diferitele porțiuni ale scării. Aceste scări se numesc neuniforme. (ap. pneumatice de măsurat lungimi).

Pentru a putea aprecia din ochi cu suficientă precizie o fracțiune de diviziune se ia de obicei ca diviziune distanța cuprinsă între 1 și 2,5 mm.

La aparatele de măsurat optice, scările sînt trasate în general pe plăci de sticlă ; diviziunea în acest caz este mult mai mică decît la scările aparatelor de măsurat obișnuite.

Astfel la optimetru diviziunea este de 0,08 mm dar, datorită măririi ocularului de 12 ori, diviziunea aparentă este de 0,96 mm $\simeq$ 1 mm.

Valoarea mărimii măsurate care corespunde unei diviziuni se numește *valoarea diviziunii*. *Limitele scării gradate* sînt reperele extreme ale scării gradate corespunzătoare valorii maxime și minime ale domeniului de măsurare.

Scările gradate pot fi :

— unilaterale, cînd una din limite este zero ;

— bilaterale, cînd limitele au zero între ele ;

— cu zero decalat, cînd limitele sînt de același semn, zero fiind exterior scării gradate ;

Trebuie menționată confuzia ce se poate face între limitele scării gradate și limitele de măsurare ale aparatului. Această confuzie se aplică la aparatele pentru măsurări comparative de lungimi, unde aparatul de măsurat este montat pe un suport (comparator cu cadran, minimetru, optimetru etc.).

In acest caz trebuie deosebite limitele de măsurare ale aparatului în ansamblu, de limitele scării gradate ale aparatului indicator propriu zis.

Aceste limite sînt determinate de înălțimea suportului și de lungimea brațului pe care este fixat aparatul indicator (fig. 1).

Limitele scării gradate delimitează domeniul de utilizare al aparatului. De exemplu un ortotest cu valoarea diviziunii de 0,001 mm și care are limitele scării de $\pm$ 100 μ, nu poate fi utilizat pentru verificarea pieselor cu toleranțe prescrise mai mari de 200 μ.

Pentru utilizator este convenabil ca pe lîngă o valoare mică a diviziunii, să fie extinse cît mai mult și limitele scării gradate. In felul acesta se obține posibilitatea ca, pe lîngă controlul abaterilor mici dela forma geometrică prescrisă, să poată fi măsurate și piesele realizate în toleranțe largi.

Extinderea limitelor scării gradate este însă şi ea limitată de anumiţi factori cinematici. Astfel în cazul aparatelor pentru măsurat

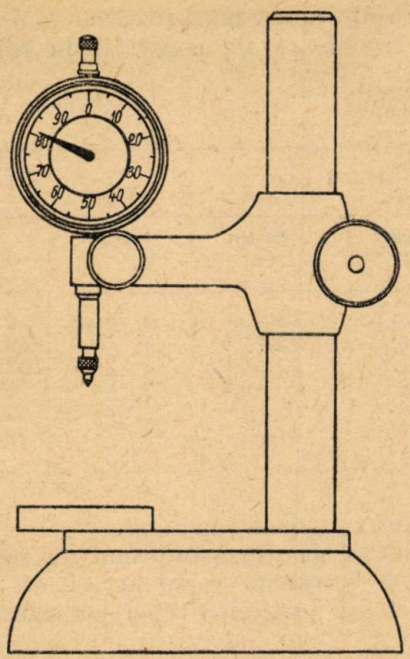


Fig. 1. Comparator pe suport

lungimi cu amplificare mecanică cu pîrghii, intervine ca factor de limitare lipsa de proporţionalitate între deplasările lineare ale tijei de măsurare şi deplasările unghiulare ale indicelui.

Execuţia reperelor

In vederea obţinerii unor gradaţii cît mai distincte asigurîndu-se totodată şi o precizie de cetire corespunzătoare, se impune realizarea unor repere de o anumită grosime şi lungime. Aceste condiţii sînt reglementare prin standarde de stat sau instrucţiuni de verificare.

Reperele sînt cu atît mai distincte cu cît sînt de grosime şi lungime mai mare. Mărirea grosimii reperelor însă aduce după sine o micşorare a preciziei de cetire.

Cea mai mică grosime de reper care poate fi considerată vizibilă este de 0,06 mm.

In mod practic pentru grosimea reperelor se iau limitele 0,06 ... 0,2 mm. Excepţie fac aparatele la care reperele trebuie să fie vizibile la o distanţă minimă de citire de 2 m (manometre şi vacummetre cu tub elastic, etc.).

Grosimea reperelor este dată în funcţie de clasa de precizie a aparatului.

Astfel în STAS 1373-55 „Sublere obişnuite", sînt date următoarele prescripţii privitoare la grosimea reperelor de pe scara gradată a riglei şi a vernierului :

0,06 ... 0,12 mm la şublerele cu precizia de cetire 0,02 mm

0,08 ... 0,15 mm la şublerele cu precizia de cetire 0,05 mm

0,08 ... 0,20 mm la şublerele cu precizia de cetire 0,1 mm

In STAS 4293-54 „Comparatoare cu cadran cu precizia de citire de 0,01 mm", grosimea reperelor trebuie să fie cuprinsă între 0,15 ... 0,2 mm.

Pentru ca cetirea la o scară gradată să se facă cît mai precis şi mai rapid, se impune ca reperele să fie diferenţiate între ele după lungime. Sistemul cel mai raţional de diferenţiere este cel zecimal. Astfel reperele corespunzătoare diviziunilor 5 şi 10 şi a multiplilor lor, se fac mai lungi decît celelalte. Desigur că aceste repere s-ar putea diferenţa şi altfel, de exemplu fie prin culoarea lor, fie prin grosimea lor.

Incercarea de a colora unele repere, pe lîngă că dă un aspect pestriţ scării, aduce după sine distragerea atenţiei observatorului de la punctul reperat. Ingroşarea reperelor conduce pe de altă parte la o micşorare a preciziei de cetire. Unii constructori au încercat să diferenţieze reperele concomitent după lungime şi grosime, adică reperele mai lungi să fie în acelaşi timp şi mai groase. Procedeul e puţin utilizat şi în nici un caz nu se pretează la scările aparatelor pretenţioase ca precizie.

La aparatele optice prevăzute cu scară gradată, datorită mărimii dispozitivului optic de citire, grosimea reperelor ajunge între 2 μ şi 4μ pentru scările trasate pe plăci de sticlă şi 5μ pînă la 8μ pentru scările trasate pe plăci de metal.

In ceea ce priveşte lungimea reperelor, ea trebuie astfel aleasă ca să permită o citire cît mai clară şi comodă. Se remarcă că atît reperele prea scurte cît şi cele prea lungi au un efect dăunător asupra claritătii scării (fig. 2 *a*).

De asemeni reperele prea lungi provoacă o oboseală mai rapidă a ochiului observatorului (fig. 2 *b*).

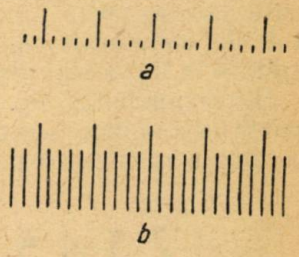


Fig. 2

Fără discuţie că trebuie să existe un anumit raport între lungimea reperelor şi diviziune.

Practic s-a ajuns la concluzia că raportul optim între lungimea reperului şi diviziune este de 1,5 ... 2. Acelaşi raport este recomandat să existe între reperele lungi şi scurte ale aceleaşi scări.

In general în standardele şi instrucţiunile noastre nu sînt date lungimile reperelor ci numai specificaţia relativă a diferenţierii lor. Astfel în STAS 4293-54 „Comparatoare cu cadran" se menţionează că lungimea reperelor de unităţi este mai mică decît a acelor din 5 în 5 iar a acestora mai mică decît a acelora din 10 în 10.

Instrucţiunile 36-53 pentru verificarea manometrelor, vacuummetrelor şi manovacuummetrelor cu element elastic, prevăd în amănunt care sînt dimensiunile pentru literile simbolului unităţii de măsură, reprezentînd valoarea presiunilor şi reperele scării gradate pentru diferite dia

metre ale cadranului. Aceste dimensiuni sînt date în tabela 1 și se aplică în general la toate aparatele destinate pentru citiri dela o distanță de circa 2 metri.

Marcarea cu cifre se face în general în dreptul reperelor mai lungi din zece în zece diviziuni.

Astfel, fiecare cifră (cu excepția cifrei 1) e cuprinsă într-un dreptunghi cu lățimea de 0,7 din înălțime, grosimea cifrelor fiind 0,1 ± 0,05 din înălțimea lor.

Pentru obținerea unei citiri cît mai precise, indicele trebuie să fie construit în raport cu

Tabela 1

Diametrul cadranului mm	Repere				Cifre		Litere	
	mici		mari					
	lungime	grosime	lungime	grosime	lungime	lățime	lungime	lățime
	Dimensiuni în mm							
60	3 ±0,5	0,2±0,1	6 ±0,5	0,6±0,1	3,6±0,5	1,8±0,5	3 ±0,5	2 ±0,5
80	4 ±0,5	0,2±0,1	8 ±1	0,8±0,1	5 ±0,5	2,5±0,5	4 ±0,5	2,5±0,5
100	5 ±0,5	0,3±0,1	10±1	1 ±0,1	7 ±1	3,5±0,5	5 ±0,5	3,5±0,5
150	5 ±0,5	0,4±0,1	10±1	1,5±0,1	10±1	5 ±0,5	7,5±1	5 ±0,5
200	7 ±1	0,6±0,1	14±1	2,1±0,1	14±1	7 ±1	10,5±1	7 ±1
300	10±1	0,8±0,1	20±1,5	3 ±0,1	20±1,5	10±1	15 ±1	10 ±1

Dacă acest interval este mare, se pun cifre în dreptul fiecărui reper mai lung.

Caracterul cifrelor trebuie astfel ales, încît să fie eliminată orice posibilitate de a confunda o cifră cu alta, mai ales cînd sînt scrise mărunt sau sînt slab iluminate.

In U.R.S.S. caracterul și regulile de dimensionare a cifrelor sînt standardizate prin OST 40093 „Caractere de litere și cifre pentru scările aparatelor de măsurat necesare la controlul electrotehnic și termotehnic". In fig. 3 sînt arătate caracterele acestor cifre.

Fiecare cifră, cu excepția cifrei 1 se cuprinde într-un dreptunghi a cărui lățime este 0,575 din înălțime iar grosimea normală a fiecărei cifre este de 0,15 din înălțime. Regulile, destul de complicate, de dimensionare a cifrelor arătate în fig. 3 sînt date în OST 40093.

Din examinarea fig. 3 reiese că cifra 3 se poate ușor confunda cu cifra 8 și cifra 6 se poate confunda cu cifrele 8 și 0.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Fig. 3

Problema realizării unor cifre cît mai clare și cît mai comode la citire, pentru numerotarea scărilor gradate de la aparatele de măsurat, a constituit de multă vreme o preocupare pentru constructorii de măsuri și aparate de măsurat. Astfel savantul sovietic M. F. Malicov îl citează pe A. Trotter pentru studiul făcut asupra celor mai potrivite caractere de cifre.

Acesta, într-un articol publicat în „Journal of the Institution of Electrical Engineers" face o serie de propuneri în legătură cu alegerea cifrelor.

In fig. 4 sînt redate cifrele propuse de A. Trotter, care se deosebesc de normele stabilite de OST 40093.

grosimea și lungimea reperelor.

In general grosimea indicelui nu trebuie să depășească grosimea reperelor și să acopere 1/4 ...3/4 din lungimea reperelor scurte.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Fig. 4

In STAS 4293-54 „Comparatoare cu cadran" se impun pentru indice următoarele condiții:

— să aibă lățimea vîrfului egală cu grosimea reperelor sau cel mult cu 0,1 mm mai mare decît aceasta;

— să acopere reperele cele mai scurte pe cel puțin 0,5 și cel mult 0,8 din lungimea lor.

La aparatele la care indicele are forma unui fir acesta traversează scara în întregime.

Oricare ar fi execuția reperelor sau a indicelui, o condiție esențială pentru obținerea unei cetiri corecte constă în înlăturarea paralaxei.

Prin paralaxă se înțelege deplasarea aparentă a indicelui față de reperele scării. Această deplasare depinde de distanța dintre suprafețele A și B și de orientarea greșită a privirii observatorului (fig. 5).

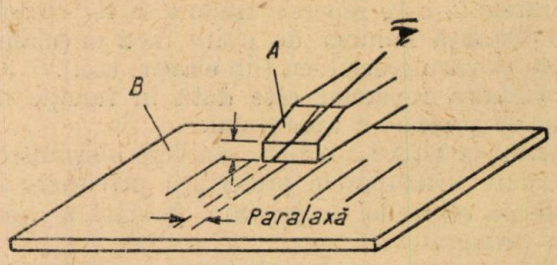


Fig. 5

Pentru micșorarea erorii de paralaxă, cetirile trebuie să fie făcute astfel încît raza vizuală să cadă perpendicular pe planul scării.

Micşorarea distanţei dintre indice şi planul scării conduce deasemeni la micşorarea paralaxei. De aceea această distanţă este reglementată prin standarde şi instrucţiuni de verificare.

Ca regulă generală, distanţa dintre indice şi planul scării nu trebuie în nici un caz să depăşească lungimea corespunzătoare unei diviziuni de pe scară .

Astfel în STAS 4293-54 „Comparatoare cu cadran", se arată că vîrful acului indicator trebuie să fie la o depărtare de cel mult 0,7 mm faţă de planul cadranului, iar în instrucţiunile 36-53 pentru verificarea manometrelor cu tub elastic, se impune condiţia ca distanţa dintre vîrful acului indicator şi cadran să fie cuprinsă între 1,5 şi 3 mm.

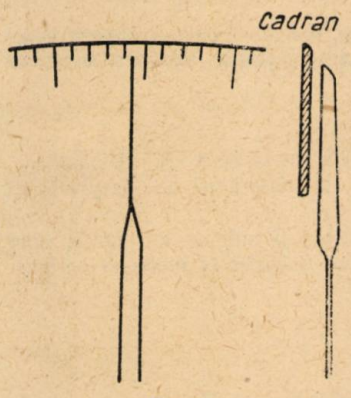


Fig. 6

Micşorarea paralaxei se poate obţine şi printr-o construcţie adecvată a indicelui care permite orientarea corectă a privirii observatorului (vizare corectă).

Astfel la unele aparate, vîrful acului indicator este lăţit în formă de lamă, formînd o suprafaţă perpendiculară pe planul cadranului. Cînd se face citirea nu trebuie să se observe la vîrful acului decît o linie egală cu grosimea lamei (fig. 6). Alte aparate sînt prevăzute cu o oglindă în spatele acului indicator, vizarea corectă obţinîndu-se în momentul cînd nu se observă imaginea acului în oglindă, adică cînd acul se suprapune peste imaginea lui din oglindă. (fig. 7).

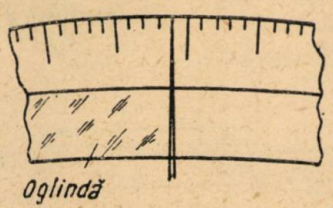


Fig. 7

Aceste mijloace sînt aplicate în special la aparatele electrice sau balanţe cu cadran.

La aparatele de măsurat optico-mecanice pentru măsurarea lungimilor, se utilizează metoda de aducere în acelaşi plan a indicelui şi scării. Acest lucru este realizat prin proiectarea optică a planului scării pe planul în care se găseşte indicele, sau invers prin proiectarea acestuia pe planul scării. La alte aparate de măsurat cum sînt termometrele şi barometrele cu mercur, la care indicele îl reprezintă tangenta la menisc, obţinerea unei cetiri precise este foarte dificilă.

In cazul barometrelor de laborator cu mercur, precizia de cetire se poate mări cu ajutorul unui cursor prevăzut cu vernier (fig. 8).

Precizia de cetire este deasemeni influenţată de erorile legate de operator, care apar la evaluarea subiectivă a fracţiunilor de diviziune atunci cînd indicele se găseşte între reperele scării gradate.

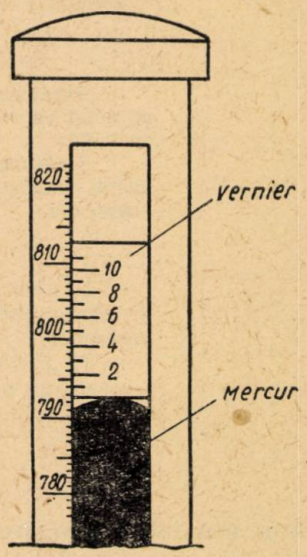


Fig. 8

Aceste erori care pot ajunge pînă la 0,1 din diviziune, sînt influenţate de grosimea reperelor, de diviziune, de iluminarea scării etc.

Pentru micşorarea sau chiar eliminarea erorilor legate de aprecierea subiectivă a fracţiunilor zecimale de diviziune, se poate folosi o scară cu reţea transversală (fig. 9).

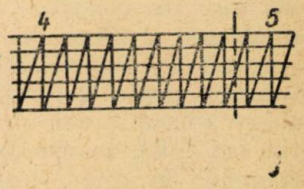


Fig. 9

Pe reperele scării gradate sînt trasate perpendicular, şase drepte de grosime mai mică decît a reperelor şi care împart reperele în cinci segmente egale.

Capetele opuse ale reperelor sînt unite prin linii oblice (fig. 9). Se obţine în felul acesta o scară cu vernier cu precizia de cetire de 2/10 din diviziune, la care se poate uşor aprecia şi 1/10 din diviziune.

In figură se citeşte de exemplu 4,85.

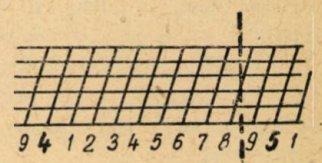


Fig. 10

Pentru simplificare se pot elimina reperele şi numerotînd liniile oblice aşa cum se vede în fig. 10, se obţine o scară cu gradaţii oblice.

Scările cu reţea transversală, cu toate avantajele care le prezintă, sînt utilizate rar datorită dificultăţilor de trasare.

Verificarea coaxialității lagărelor, cu dispozitive colimator—lunetă

Ing. RADU MOȚOIU

Излагаются способы поверки соосности подшипников и приводятся соображения по вопросу точности измерений, достоинств и недостатков отдельных предложенных способов.

Описываются наиболее распространенные приборы, причем подчеркивается важность применения оптических способов при сборке заслуживающих особого интереса агрегатов.

★

L'auteur expose les méthodes utilisées pour le contrôle de la coaxialité des paliers, et analyse les avantages et les désavantages de chaque méthode, ainsi que la précision respective.

Il décrit les appareils les plus utilisés. En conclusion, il indique les motifs pour lesquels, au montage des agrégats plus importants, on doit préférer la méthode optique.

Asigurarea coaxialității lagărelor la arborii cu mai multe suprafețe de reazim prezintă o deosebită importanță pentru o funcționare normală a acestora. Neîndeplinirea acestei condiții determină jocuri inegale între arbore și lagărele de sprijin, fapt care conduce la distrugerea peliculei de ulei, provocînd o frecare uscată, încălziri nepermise, reducerea posibilităților de încărcare și, în general, o uzură prematură a arborelui. Dacă la mașinile sau agregatele de dimensiuni mici și mijlocii această problemă poate fi soluționată cu ajutorul unor calibre adecuate sau cu ajutorul unui ax calibrat (ax fals), realizarea coaxialității lagărelor arborelor de dimensiuni mari, în special ca lungime, se face greoi și cere o aparatură specială. In acest caz s-a dovedit că folosirea unui aparat optic de control este foarte rațională, deoarece poate materializa cu precizie direcția și poziția reciprocă a centrelor lagărelor. Soluția clasică în acest caz este aceia a folosirii unui colimator — ca reper vizat — și a unei lunete — ca mijloc de vizare.

Problema verificării coaxialității lagărelor poate fi pusă sub două aspecte :

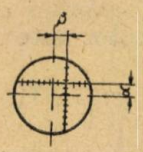
1. verificarea direcției axelor lagărelor,
2. verificarea poziției reciproce a centrelor lagărelor în două plane perpendiculare axiale (alinierea).

Din punct de vedere optic, aceste două aspecte conduc la soluții diferite și anume :

— pentru verificările de direcție este necesar un aparat de vizare ce lucrează în raze paralele — aparat de tipul lunetei ;

— pentru verificările de aliniere este necesar un aparat de vizare la distanță finită, dar variabilă, — aparat care lucrează ca un microscop de observare.

In construcția Uzinelor Carl Zeiss — Jena aceste aparate sînt contopite într-unul singur. Deasemeni reperul vizat — colimatorul — este astfel construit încît să poată servi ambelor scopuri. Pentru a obține precizii ridicate în alinieri, trusa de verificare mai are un dispozitiv cu două plăci plan paralele, atașabil pe lunetă și diferite tipuri de mire pentru viză.



VERIFICAREA DIRECȚIEI

Pentru această verificare este necesar un colimator și o lunetă reglată pentru ∞, ca în fig. 1

Fig. 1

1. obiectivul colimatorului ; *2.* reticolul colimatorului ; *3.* bec ; *4.* obiectivul lunetei ; *5.* reticolul lunetei ; *6.* ocular

In focarul obiectivului (*1*) al colimatorului este așezată o cruce reticulară iluminată de becul (*3*). Razele de lumină ce pleacă din reticolul (*2*), după ce trec prin obiectivul (*1*), devin paralele. Ele întîlnesc obiectivul (*4*) al lunetei și sînt strînse în focarul acestuia, în care este așezat reticolul (*5*). Acesta din urmă este privit de observator, prin ocularul (*6*).

O condiție esențială în construcția lunetei și colimatorului este paralelismul perfect a axului optic cu axul geometric al părții cilindrice de prindere. Acest lucru se impune, întrucît pentru a efectua viza de control, luneta și colimatorul se așează în lagărele respective. In cazul în care diametrul lagărului este mai mare, este necesar să se confecționeze o bucșă de reducție.

Axele părților cilindrice exterioare și interioare ale reducției nu trebuie să coincidă perfect, ci este suficient ca ele să fie paralele. După cum rezultă din fig. 2, singura condiție impusă în

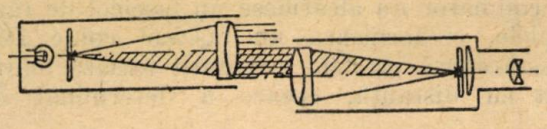


Fig. 2

acest caz este ca razele emergente din colimator să pătrundă în obiectivul lunetei. Precizia observării nu este schimbată dacă axul lunetei se deplasează paralel cu el însuși în spațiu. In asemenea cazuri se constată doar scăderea intensității iluminării cîmpului observat.

In construcția Zeiss, luneta de observare are o mărire de 30 ori. Ea este prevăzută cu o cruce reticulară pentru vizări. Partea cilindrică de prindere a lunetei are diametrul de 56 mm, față de axul căreia axul optic al lunetei este în perfectă coincidență. Luneta este prevăzută cu un buton pentru punerea la punct a imaginilor dela ∞ pînă la 0,8 m, reglaj necesar în determinarea alinierii. Fig. 3 reprezintă o secțiune

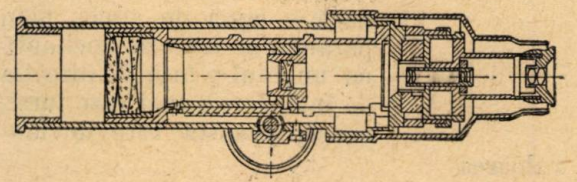


Fig. 3

prin această lunetă. In ea se distinge obiectivul, ocularul, reticolul, inversorul, butonul de reglaj, pinionul și cremaliera pentru punerea la punct a lunetei. Pe ocularul lunetei se poate atașa un dispozitiv compus dintr-o prismă dreaptă și o lunetă cu mărire 1, cu ajutorul căreia se poate privi în lunetă perpendicular pe axul ei, în cazul în care observatorul nu poate viza în mod obișnuit, privind în lungul axului.

Colimatorul este compus dintr-un obiectiv și două reticole. Primul reticol este așezat în planul focal posterior al obiectivului și servește pentru verificările de direcție. Al doilea reticol este așezat în fața obiectivului și servește pentru determinarea alinierii. Pentru acesta obiectivul colimatorului nu are alt rol decît acela de dispozitiv de iluminat. Colimatorul folosește ca sursă de lumină un bec de 6 V/2,1 W.

Reticolul pentru determinările de aliniere este divizat din 0,5 în 0,5 mm., pe un cîmp de 26 mm. Diviziunile sînt trasate atît pe verticală cît și pe orizontală, pentru a permite determinări rapide pe ambele direcții. Reticolul pentru determinarea direcției este construit în mod asemănător. Valoarea diviziunilor sale este de 1′, pe un cîmp total de 50′. Relația după care se calculează acest reticol este :

$$d = f'.\ \mathrm{tg}\ \varphi$$

în care d = distanța între două diviziuni (mm).
f' = distanța focală a obiectivului colimatorului (mm.)
φ = unghiul de determinat (°).

Mersul schematic a razelor de lumină în colimator și lunetă la verificarea direcției a două lagăre este arătată în fig. 1, unde se poate vedea și aspectul pe care îl va avea cîmpul lunetei văzut de ochiul observatorului.

Dacă în locul metodei de observare descrise se folosește metoda autocolimației, utilizînd o lunetă autocolimatoare și o oglindă (în locul colimatorului), sensibilitatea determinărilor se dublează.

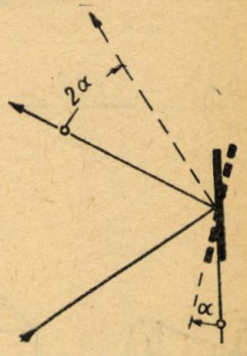


Fig. 4

Fenomenul optic pe care se bazează această metodă este cunoscut și e următorul :

— dacă oglinda pe care cade o rază de lumină se rotește cu unghiul α, raza reflectată își schimbă direcția cu unghiul 2α.

Avînd în vedere cele de mai sus, luneta autocolimatoare va funcționa în felul următor (fig. 5) : razele de lumină ce pleacă din reticolul

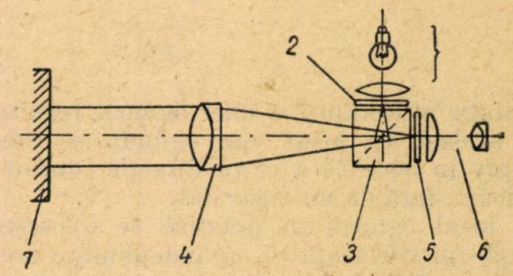


Fig. 5

1. dispozitiv de iluminat
2. reticol
3. bloc de prisme
4. obiectiv
5. reticol
6. ocular
7. oglinda

(*2*), iluminat de dispozitivul bec-condensor (*1*), intră în blocul de prisme (*3*). Acesta este compus din două, prisme cu unghiul de 45°, lipite cu Balsam de Canada pe ipotenuza semi-argintată. Ajunse pe planul de lipire, razele se reflectă, trec prin obiectivul (*4*) întîlnesc oglinda (*7*), pe care se reflectă înapoi, străbat din nou obiectivul lunetei, blocul de prisme (*3*) și se concentrează pe reticolul (*6*), observat de ocularul (*6*). Reticolele 2 și 5 sînt așezate în focarul posterior al obiectivului (4). Oglinda (*7*) este fixată riguros perpendicular față de axa unui fus ce se introduce în lagărul de controlat.

Luneta autocolimatoare descrisă este unul din tipurile de asemenea aparate realizate.

Ea are față de celelalte tipuri avantajul unei construcții mai precise, și desavantajul unor pierderi de lumină în blocul de prisme (*3*).

Metoda autocolimației nu este însă singurul procedeu pentru a dubla sensibilitatea determinării. Dacă la procedeul colimator-lunetă, în care colimatorul și luneta au axele lor în prelungire, sau paralele, se așează între ele pe axul optic al lunetei, înaintea obiectivului,

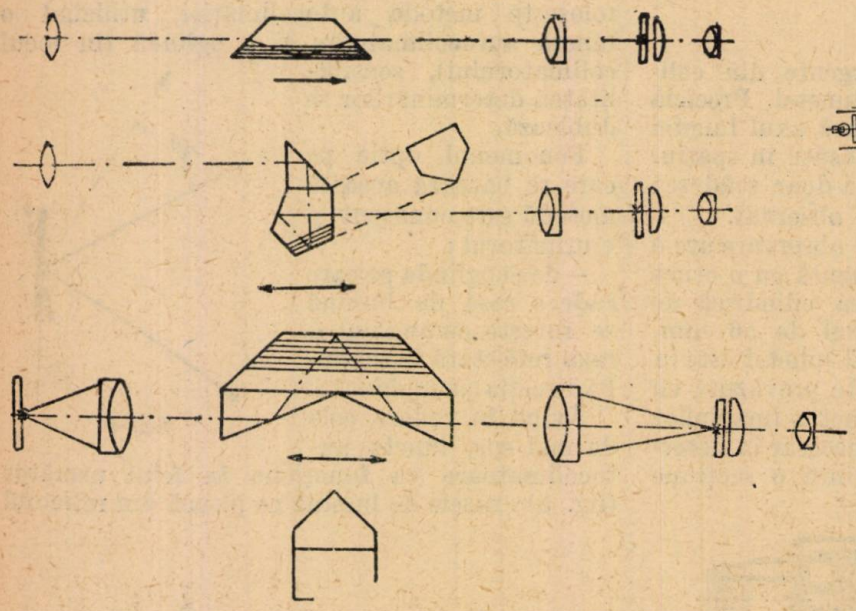


Fig. 6

suprafața reflectantă a unei oglinzi, rezultatul este același. In acest caz oglinda se așează succesiv în lagărele a căror direcție dorim s-o verificăm, față de un lagăr dat.

In locul oglinzii în practică se folosește o prismă din sticlă optică, ce îndeplinește aceiași funcțiune. Folosind o prismă „cu acoperiș", se dă posibilitatea să se efectueze simultan măsurători pe două direcții perpendiculare. Acest lucru nu era realizabil cu ajutorul oglinzii sau a prismelor fără acoperiș. In fig. 6 sînt indicate trei scheme de realizare a acestei metode.

Avantajul metodei descrise constă din faptul că permite un control mai rapid al unor serii de lagăre, putînd servi și ca metodă de lucru. O condiție esențială este ca lama plan-paralelă echivalentă prismei folosite să aibă abateri minime dela paralelismul fețelor, respectiv să aibă o prismaticitate aproape nulă. Intrucît este dificil să se realizeze asemenea prisme, se preferă să se utilizeze lunete cu autocolimație, știind că este mai ușor realizabil ca o suprafață reflectantă să fie perpendiculară pe un ax dat.

Verificarea alinierii.

In verificările de aliniere luneta trebuie pusă la punct pentru punctul vizat. In cazul în care se lucrează cu luneta și colimatorul Zeiss, se utilizează reticolul așezat înainte obiectivului colimatorului. Mersul razelor luminoase în această situație este arătată în fig. 7.

Spre deosebire de verificările de direcție, la verificarea alinierii, razele de lumină emergente din colimator nu alcătuiesc un fascicol de raze paralele, ci formează un fascicol conic. Din această cauză precizia măsurării variază foarte mult cu distanța, ceeace a determinat ca

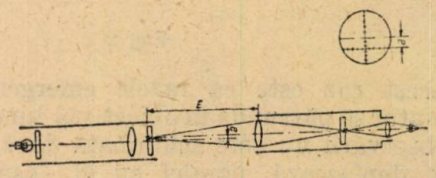


Fig. 7

diviziunile de pe acest reticol să nu aibă o valoare mai mică de 0,5 mm.

Precizia determinării alinierii fiind cu totul nesatisfăcătoare, a fost necesar să se recurgă la un dispozitiv ajutător. Principiul pe care se bazează acesta e următorul: dacă o lamă de sticlă plan paralelă se așează înclinată cu unghiul γ față de direcția de înaintare a unei raze luminoase, aceasta este deviată cu valoarea

$$a = \frac{n-1}{n} \cdot d \cdot \gamma$$

în care d = grosimea lamei (mm)
n = indicile de refracție al sticlei lamei
γ = unghiul de înclinare al lamei față de direcția razei luminoase.

Există și o relație exactă pentru calculul valorii „a". Așa dar, dacă se așează în fața obiectivului lunetei o lamă de sticlă plan-paralelă, prin rotirea ei axul de vizare al lunetei poate fi deplasat lateral. Folosind două asemenea lame ce au axele de rotație perpendiculare între ele, se pot face determinări simultan pe două direcții. Precizia stabilirii deplasărilor atinge valoarea de 0,05 mm. Ea este dealtfel și valoarea unei diviziuni de pe tamburul respectiv de acționare al lamei plan-

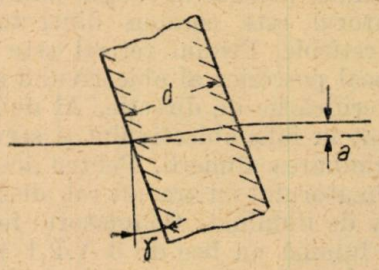


Fig. 8

paralele din dispozitivul de construcție Zeiss. Valoarea maximă a deplasării, la același aparat, este de ± 5,4 mm. In fig. 9 este arătată o

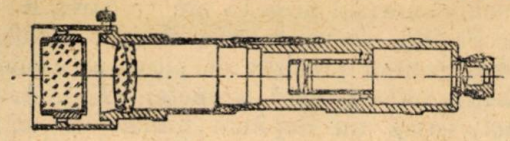


Fig. 9

lunetă ce are atașat în fața obiectivului o singură lamă plan-paralelă.

Pentru atingerea acestei precizii în vizare, colimatorul descris nu mai este satisfăcător ca reper. In locul lui se alege o mină al cărei desen este arătat în fig. 10. Așezarea mirei în

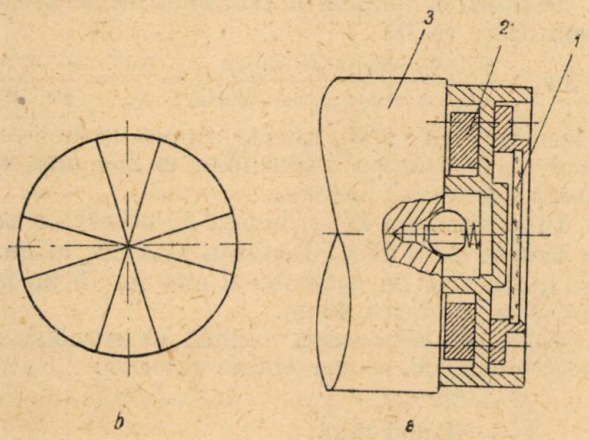


Fig. 10—1. Mira; 2. Magnet; 3. Fus fals.

lagărul vizat se poate face în două feluri. In primul caz se utilizează o construcție în care mira este fixată pe un cilindru și se introduce în lagărul respectiv, iar în al doilea caz se utilizează o mină cu autocentrare. Ambelor tipuri li se impune ca centrul lor să coincidă cît mai exact cu centrul lagărului respectiv.

Mira cu autocentrare se folosește împreună cu un fus fals, introdus în lagăr și care are găuri de centrare bune. Elementul esențial al acestui dispozitiv este fixarea sa de fusul fals cu ajutorul unui magnet permanent, în timp ce o bilă, a cărui centru coincide cu centrul mirei, asigură ghidarea întregei piese în gaura de centrare. Forța de atracție a magnetului permanent este de 3 kg. și permite mici autodeplasări ale dispozitivului impuse de bilă. Pentru a se compensa erorile de centricitate se efectuează în general 4 măsurători, la care mira cu autocentrare împreună cu fusul fals sînt rotite cu 90°. La o execuție precisă a fusului fals, eroarea de centrare a acestei mire nu depășește 0,005 mm. Atît mira cu autocentrare cît și mira cu cilindru de ghidaj sînt iluminate prin reflecție.

Din punct de vedere optic este interesantă problema să se realizeze un sistem cu ajutorul căruia să se efectueze vize la diferite distanțe, fără a fi nevoie de a deplasa mira. Soluția este similară cu cea dela verificările de direcție, și anume utilizîndu-se un sistem Poro de gradul I.

Sistemul se compune din 2 grupe de cîte două oglinzi așezate perpendicular una față de alta. Toate oglinzile sînt rigid fixate între ele. Sistemul are proprietatea că nu este sensibil la rotații și amplifică de două ori mișcările de translație pe care le capătă. Utilizarea unui sistem de prisme, echivalent din punct de vedere optic cu sistemul de oglinzi, nu este avantajoasă din cauza prismaticității minime admise lamei plan-paralele echivalente. Abaterile dela această condiție introduc erori în determinarea alinierii. Din acest punct de vedere oglinzile dau doar erori de ordinul II, care pot fi neglijate. Ca sistemul să nu ocupe poziții diferite în jurul axei la așezarea sa într-o serie de lagăre ale aceluiași arbore, și să introducă în felul acesta erori în determinarea alinierii, el este prevăzut cu o nivelă. In general oglinzile se calează astfel, ca un grup să aibă sensibilitatea maximă a deplasărilor pe verticală și altul pe orizontală. Pentru efectuarea verificărilor, sistemul de oglinzi se așează succesiv în lagărele a căror aliniere dorim s-o determinăm față de axul optic al lunetei de vizare. Sistemul are însă desavantajele că este destul de voluminos și că nu poate fi folosit decît în încăperi întunecoase, din cauza reflexelor multiple ce s-ar naște pe oglinzi dela alte surse de lumină, care ar slăbi simțitor contrastul imaginei mirei vizate.

In verificările de aliniere, o importantă sursă de erori este schimbarea direcției lunetei în timpul măsurătorilor. Acest fapt se poate întîmpla, involuntar, în timpul rotirii diferitelor butoane ale lunetei, producerii unui șoc, etc.

Pentru a avea certitudinea că un punct vizat se menține pe axa optică a lunetei de observare,

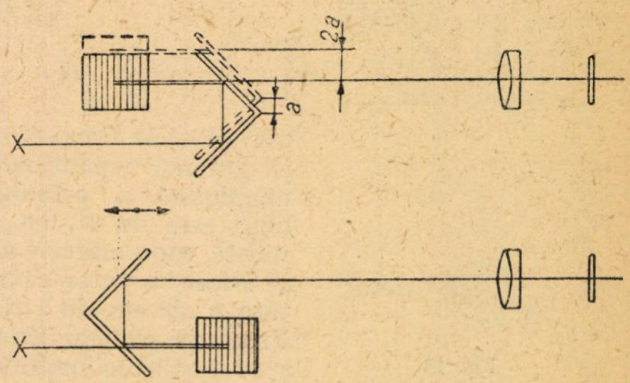


Fig. 11

este suficient să se așeze pe aceasta, suprafața reflectantă a unei oglinzi. La orice înclinare a axei lunetei, punctul observat se va dedubla. In fig. 12 imaginea punctului P_0 se va dedubla în punctele P'_1 și P''_1.

Practic acest sistem se realizează cu ajutorul unui bloc de două prisme drepte lipite, cu acoperiș pe catetă, așezate în fața obiectivului lunetei. Mira vizată este în cazul acesta asimetrică. Dacă centrul ei corespunde cu axul

optic al lunetei, ea va apărea observatorului ca un desen simetric.

Deplasările față de această poziție se pot determina cu ajutorul unui dispozitiv format

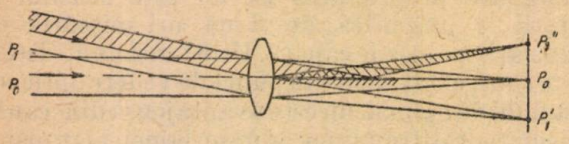


Fig. 12

din două lame plan-paralele, așezat în fața blocului de prisme. Aparatul din fig. 13 este adecuat determinărilor rectilinietății batiurilor mașinilor unelte mari.

PRECIZIA MĂSURĂTORILOR

Un factor hotărîtor în măsurarea exactă a coaxialității, este absența curenților de aer cald în zona în care se face vizarea. In aer liniștit, imaginea reperului vizat apare bine conturată și cu un contrast ridicat. Dimpotrivă, curenții neregulați de aer slăbesc calitățile imaginei și implicit precizia măsurătorilor. Altă condiție necesară este ca regiunea în care se fac aceste determinări să fie relativ întunecoasă, pentru a obține un contrast suficient al imaginilor eliminînd imaginele parazite. Toate considerațiile care urmează se fac în ipoteza că aerul este liniștit.

Precizia în stabilirea direcției depinde de mărirea lunetei. Precizia măsurătorilor este indiferentă față de distanța dintre colimator și lunetă, deoarece luneta vizează un punct la infinit (reticolul aflat în focarul obiectivului colimatorului) dela care pleacă un fascicol de

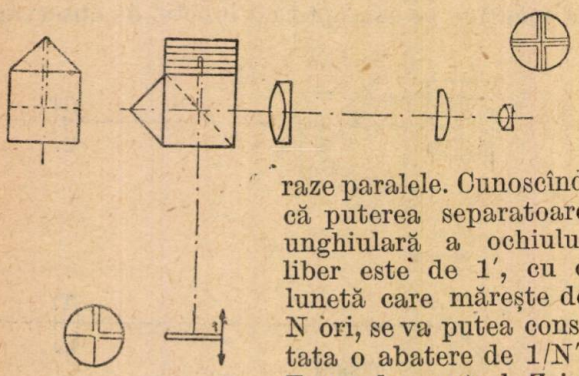


Fig. 13

raze paralele. Cunoscînd că puterea separatoare unghiulară a ochiului liber este de 1′, cu o lunetă care mărește de N ori, se va putea constata o abatere de 1/N′. Trusa de control Zeiss are reticolul colimatorului divizat din minut în minut. După datele aceleiași uzini, eroarea de măsură este constantă și are valoarea de ± 4″. Folosind o lunetă autocolimatoare, precizia măsurătorii se dublează.

Precizia în stabilirea alinierii depinde foarte mult de distanța de vizare, iar valoarea absolută a erorilor crește odată cu distanța de vizare.

Pentru a stabili precizia măsurătorilor și în acest caz, trebuie să se transforme erorile unghiulare în erori de distanță (se înmulțește valoarea unghiului, exprimată în unități de arc, cu distanța de observare). Deasemeni trebuie să se țină seama de puterea separatoare liniară a ochiului la distanța vederii normale (250 mm). La ochiul normal aceasta are valoarea de 0,07 mm. Făcînd cîteva calcule simple, rezultă ca măsură pentru precizia de citire a alinierilor „mărirea microscopică a lunetei" (N_m). Această caracteristică nu depinde numai de mărirea lunetei ci și de distanța vederii normale. Ea este practic egală cu produsul dintre mărirea unghiulară a lunetei (N) și mărirea liniară în punctul observat. (N_b).

$$N_m = N_b \times N = \frac{250}{b_0} \times N$$

în care 250 = distanța vederii normale (mm.)

b_0 = distanța pînă la obiect (mm.)

Deplasarea minimă observabilă de acest sistem optic va fi :

$$\Delta y = \frac{\text{Puterea separatoare liniară}}{\text{Mărirea microscopică a lunetei}} = \frac{0{,}07}{N_m} = \frac{0{,}07.b_0(\text{mm})}{250.N}$$

Dacă $b_0 > (N.\ 250)$, rezultă o precizie de citire mai mică decît cu ochiul liber la 250 mm, cu toată „mărirea" lunetei.

In construcția Zeiss, luneta de observare are o mărire $N = 30\times$. Distanța maximă la care se poate viza cu colimatorul este de 15 m, iar cu mira, de circa 40 m.

Calculînd deplasarea minimă observabilă în aceste condiții, se vor obține valorile :

$N = 30\ \times$

$b_0 = 40.000$ mm.

Mărirea microscopică

$$N_m = \frac{250}{b_0} N = \frac{250}{40.000} \cdot 30 = 0{,}188\times = \frac{1}{5{,}32} \times$$

Deplasarea minimă observabilă va fi deci

$$\Delta\ y = \frac{0{,}07}{0{,}188} = 0{,}374 \text{ mm.}$$

După datele firmei Zeiss, valorile maxime ale erorilor de măsură, determinate în urma mai multor studii ale uzinei, sînt următoarele (mm.) :

— Verificări de aliniere fără dispozitiv cu plăci plan-paralele ... max. ± (0,04 + 0,012E)

— Verificări de aliniere cu dispozitiv cu plăci plan-paralele și mira... max. ± (0,02 + 0,012E)

— Dispersia valorilor măsurate ... max. ± 0,0013 E

în care E = distanța de vizare exprimată în metri.

CONCLUZII

Dispozitivele pentru verificarea coaxialității, descrise mai sus, sînt foarte potrivite pentru montarea mașinilor și mecanismelor mari (motoare cu ardere internă stabile, turbine, compresoare, locomotive, etc.). Folosirea lor scutește o serie întreagă de tatonări greoaie, legate de folosirea arborilor falși. Mira cu prindere magnetică și cu autocentrare este un mijloc foarte eficace în centrarea a două agregate ce sînt legate între ele printr-un arbore de transmisie.

Mijloacele folosite la verificarea maşinilor cu care se încearcă rezistenţa materialelor supuse solicitărilor statice.

Ing. S. MANOLESCU

Автор описывает средства применяемые при поверке машин служащих для испытания с противления материалов подвергнутых статическим нагрузкам.

Оп сываются способы и приборы предназначенные для подобных определений; эти испытания дают возможность оценить сопротивление материалов применяемых в различных производственных процессах.

★

L'auteur présente les moyens employés au contrôle des machines pour l'essai de la résistence des matériaux soumis aux sollicitations statiques.

On présente les méthodes de vérification et les appareils destinés à de semblables opérations, dont le résultat est la possibilité d'apprécier la résistence des matériaux employés dans les différents procès de production.

In industria metalurgică şi constructoare de maşini, precum şi în mai toate ramurile de producţie ale industriei uşoare, preocuparea principală este cunoaşterea cu precizie a rezistenţei materialelor folosite în diferite procese de producţie, precum şi caracteristicele mecanice ale produselor finite.

În acest scop au fost construite o serie întreagă de aparate şi maşini care sînt destinate pentru executarea încercărilor mecanice statice la care trebuie supuse diferite materiale de construcţie, pentru a putea avea o evidenţă a comportării materialului sub acţiunea diferitelor sarcini.

Încercarea statică la tracţiune este una din cele mai importante determinări asupra materialelor, permiţînd a se putea aprecia cu destulă precizie rezistenţa şi plasticitatea materialului încercat.

Exactitatea cu care măsurăm aceste caracteristici mecanice, depinde în primul rînd de felul de comportare a maşinei folosită la aceste determinări, care va trebui să fie supusă unui control şi verificări sistematice.

Pentru a se obţine rezultate juste la încercările mecanice, este necesar ca indicaţiile maşinilor folosite pentru aceste determinări să fie corecte.

Verificarea acestor maşini urmăreşte a se constata atît precizia şi fidelitatea indicaţiilor, cît şi sensibilitatea dispozitivului de măsurare al maşinei.

Pentru a se garanta exactitatea indicaţiilor în executarea încercărilor mecanice, maşinile de încercat trebuiesc verificate la intervale de timp care se stabilesc în funcţie de gradul de folosire al maşinei cît şi de precizia necesară în determinări.

De asemenea este necesar ca aceste maşini să fie verificate ori de cîte ori s-a produs o modificare în situaţia iniţială a maşinei (revizie, reparaţie sau schimbarea locului de instalare).

Precizia maşinei este în funcţie de eroarea relativă a indicaţiilor care este dată de relaţia :

$$\delta\% = \frac{P_1 - P}{P_1} \cdot 100$$

unde

P_1 — reprezintă încărcarea citită la maşină în kgf (valoarea sarcinei indicate efectiv)

P — reprezintă media aritmetică a cel puţin trei valori de încărcare în kgf, determinată cu greutăţi sau dinamometru model.

Maşina se consideră precisă numai dacă eroarea relativă nu depăşeşte următoarele valori pe întreaga gamă de măsurare a maşinei.

±1% pentru încercările statice la oţeluri şi materiale neferoase, sîrme, cabluri din sîrme şi din cînepă, lemn, piele, hîrtie, cauciuc, materiale fibroase şi sintetice şi

± 3% pentru încercările statice la materialele de construcţie (pietre naturale şi sintetice, ciment, beton, etc), arcuri, ancore şi lanţuri pentru nave.

Fidelitatea indicaţiilor maşinei nu se poate aprecia decît prin comparări şi observări asupra variaţiei erorilor în timp mai îndelungat.

Pragul de sensibilitate al maşinei garantează variaţiile mici în timpul funcţionării.

Verificarea maşinei se face cu instalaţii auxiliare cuplate sau decuplate pentru înregistrarea forţei şi a deformaţiei.

Tragerea concluziilor cu privire la maşină, pe baza rezultatelor verificărilor, se face numai prin analizarea diagramei pe care se trasează eroarea medie a indicaţiilor ($P_1 - P$) în funcţie de încărcarea efectivă a maşinei P_1; tot după această diagramă se poate vedea şi funcţionarea întregului ansamblu în timpul verificării.

Rezultatele încercărilor nu depind numai de precizia maşinei, dar şi de modul de folosire al maşinei.

In acest scop este necesar a se controla toate piesele mașinei, adică :

— dispozitivele de prindere să fie curate și să nu permită alunecarea epruvetei pe timpul solicitării ;

—să existe coaxialitate între epruvetă și solicitare ;

— piesele culisante și rotative să funcționeze fără frecări mari ;

— uleiul folosit în pompe și în alte scopuri, trebuie să nu conțină acizi și să corespundă unui anumit grad de vîscozitate ;

— suprafața epruvetei de control trebuie să fie curată și lustruită.

Se va mai avea în vedere că precizia mașinei este asigurată în anumite limite ale scării de măsurare. Aceste limite depind de numărul de scări de măsurare ale mașinii ; limita superioară pentru orice număr de scări de măsurare este stabilită la valoarea superioară de măsurare a mașinei respective.

Pentru valoarea limitei inferioare se dau următoarele date :

1/10 din încărcarea maximă a mașinei pentru încercări de rezistență la mașini care au o singură scară de măsurare.

1/25 din încărcarea maximă pentru mașinile care au mai multe scări de măsurare.

Metodele de verificare

Pentru verificarea acestor mașini se pot folosi următoarele metode :

1) *Verificarea cu ajutorul pîrghiilor de control încărcate cu greutăți.*

Această metodă nu este recomandată, ea fiind neprecisă, nepractică și incomodă.

2. *Verificarea prin comparație.*

Metoda constă în compararea rezultatelor obținute la ruperea unei epruvete de control, odată pe mașina de verificat și odată pe mașina etalon care nu are o abatere mai mare de ± 1%.

Pentru confecționarea epruvetelor de control, se vor tăia 8 bucăți egale dintr-un lingou de oțel de mare omogenitate și bine laminat. Epruvetele gata confecționate (dimensiunile sînt date de STAS) se numerotează cu numerile 1 ... 8 ; cele notate cu numere cu soț se încearcă pe mașina-model de care dispune întreprinderea sau se trimite la D.V.M. pentru încercat, iar cele notate cu numere fără soț, se încearcă pe mașina de verificat.

Dacă între valorile obținute pentru rezistența la tracțiune a epruvetelor rupte la mașina-model, nu există o diferență mai mare de 0,5%, atunci omogenitatea materialului din care sînt confecționate epruvetele, este corespunzătoare.

Diametrele epruvetelor sînt alese în mod arbitrar, luîndu-se însă în considerație încărcarea la care ele urmează să fie verificate la mașină.

Această metodă este folosită în special acolo unde nu există alt mijloc mai precis de verificare.

3. *Verificarea directă prin încărcarea cu greutăți model de ord. III.*

Această metodă nu poate fi folosită decît numai la mașinile cu scara de măsurare de ordinul zecilor și sutelor de kilograme.

4. *Verificarea cu ajutorul dinamometrelor-model*, care se fixează la dispozitivul de prindere al mașinei în locul epruvetei, este metoda cea mai utilizată, cea mai sigură și corespunde condițiilor de folosire a mașinii.

Cu aceste aparate se lucrează în modul următor :

— se montează dinamometrul-model la dispozitivul de prindere al mașinii, avînd grijă ca axa dinamometrului să coincidă cu axa de tracțiune a mașinei ; în acest fel se realizează o încărcare centrică a dinamometrului.

Pentru corectarea micilor abateri de la coaxialitate, care se pot produce în timpul execuției și a verificării, este necesar ca părțile de îmbinare dintre dinamometru-model și mașină, să fie prevăzute cu articulație sferică sau altele similare ;

— se încarcă la început mașina pînă la puterea maximă de 3 ...4 ori și se revine la zero pentru a se constata constanța indicațiilor ;

— se începe apoi verificarea propriu zisă prin încărcarea treptat, pentru fiecare scară, la cel puțin 5 repere începînd cu 1/10 (sau 1/25 în cazul mai multor scări) din sarcina maximă a scării gradate și terminînd cu reperul ce reprezintă sarcina maximă a mașinei.

La fiecare din încărcările, în kgf, pe care le citim la dispozitivul de măsurare a mașinii, se citesc și indicațiile respective ale dinamometrului-model ;

— se procedează apoi la descărcare, mașina fiind oprită tot la aceleași repere ca la urcare, pînă la zero, controlîndu-se și dacă indicatoarele revin la zero ;

— se vor face 3 cicluri de operațiuni (3 la urcare și 3 la coborîre), pentru a se elimina în parte abaterile întîmplătoare ;

— se face media aritmetică a celor 6 citiri pentru fiecare reper și se calculează eroarea relativă a mașinei.

Prin operațiunile de mai sus se verifică :

— indicațiile mașinei
— fidelitatea
— pragul de sensibilitate
— variația indicațiilor

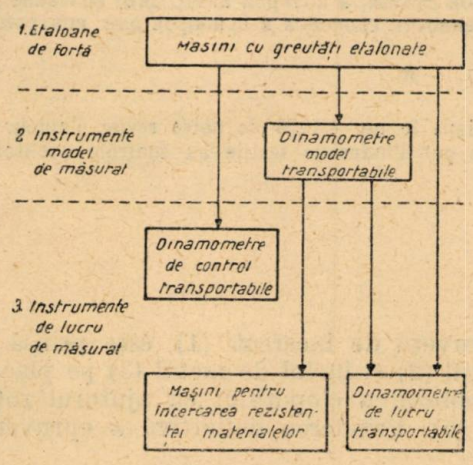
Diferența dintre indicațiile dinamometrului-model la încărcare și la descărcare, ne dă posibilitatea de a constata fidelitatea, sensibilitatea și variația indicațiilor.

Schema de mai jos reprezintă corelațiile metrologice ale dinamometrelor și ale mașinilor de încercat rezistența materialelor.

Etaloanele de forță, care au cea mai mare precizie, sînt formate din greutăți etalonate a căror greutate se determină pe baza masei lor și accelerației gravitației.

Maşina cu greutăţi-etalonate constituie utilajul care serveşte la reproducerea şi transmiterea unităţei de forţă cu o eroare relativă de $\pm$ 0,025%.

De la această maşină se transmite mai departe şi se etalonează dinamometrele-model transportabile a căror eroare relativă nu depăşeşte valoarea de 0,2 la 0,3%.



Dinamometrul model este confecţionat în general dintr-o piesă elastică asupra căreia acţionează forţa de solicitare a maşinii ce se verifică; elementul elastic se deformează sub acţiunea acestei, forţe, deformare ce este proporţională cu forţa respectivă.

Mărimea deformării serveşte la măsurarea forţei.

Materialul folosit pentru elementul elastic este în general oţelul de arcuri cu limită de elasticitate în jurul cifrei de 140 kgf/mm^2.

După felul deformării, dinamometrele pot fi liniare sau volumetrice:

a. *Dinamometrele liniare* au elementul elastic în formă de potcoavă, inel sau bară dreaptă. Măsurarea deformării la dinamometrele în potcoavă sau inel, se face cu ajutorul ceasului-comparator sau a unui şurub micrometric, care permite o măsurare cu o precizie de 1 μ.

In cazul cînd se cere o precizie mai mare, se va aplica în locul comparatorului sau a şurubului micrometric, o microscară fixată la partea superioară a potcoavei şi un microscop fixat la partea inferioară a potcoavei. Microscopul este prevăzut cu un dispozitiv rotativ cu spirală, ceea ce permite citirea cu o precizie de 0,1 μ.

Dinamometrele care au ca element elastic bare drepte, vor fi folosite numai împreună cu dispozitivul oglindă Martens pentru măsurarea alungirilor, obţinîndu-se o precizie destul de mare din cauza măririi optice a deformării.

Raportul dintre alungirea Δl şi forţa F se poate exprima prin relaţia:

$$\Delta l = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S} \cdot L$$

unde

E = modulul de elasticitate
L = lungimea măsurată a barei
S = secţiunea barei

Acest raport se determină prin o serie de încercări cu forţe cunoscute.

b. *Dinamometrele volumetrice* au ca element măsurător un vas cilindric umplut cu mercur; prin încărcări diferite, variază capacitatea cilindrului datorită deformării elastice, din care cauză se produce o modificare a meniscului mercurului din tubul ce este în comunicaţie cu vasul cilindric.

Prin înşurubarea sau deşurubarea unui şurub micrometric, se readuce meniscul mercurului în dreptul reperului fix care a fost punctul iniţial de plecare.

Diferenţa citirilor între cele două poziţii ale şurubului micrometric, dă o valoare care este proporţională cu variaţia capacităţii cilindrului şi deci proporţională cu forţa măsurată.

Aceste dinamometre sînt folosite mai mult ca dinamometre de control, avînd o precizie de $\pm$ 0,5%; ele au însă dezavantajul că determinările sînt influenţate în mare măsură de variaţiile de temperatură şi ca atare se impune folosirea lor numai la temperatura prescrisă de constructor sau să se facă corecţiile de temperatură.

* * *

Toate aceste dinamometre descrise mai sus şi care se folosesc în general la verificarea maşinilor pentru încercări de rezistenţă, trebuie şi ele verificate şi etalonate la intervale de timp nu prea lungi.

Verificarea şi controlul lor trebuie să se facă la o maşină cu greutăţi etalonate, după care se va elibera cu această ocazie şi certificatul cu datele obţinute.

Acest control periodic al dinamometrelor-model este necesar întrucît elementul elastic-elementul măsurător — capătă cu timpul deformaţii permanente.

Reproducerea, păstrarea şi transmiterea unităţilor de măsură sînt realizate de către I. M. din Direcţia Generală de Metrologie care în prezent posedă o maşină cu încărcare directă pînă la 10 t.

Se menţionează că, din practica de toate zilele, s-a constatat că cele mai bune dinamometre-model care dau şi cele mai bune rezultate sînt dinamometrele de tipul Amsler.

Unele metode de laborator pentru controlul calităţii ţesăturilor

(PARTEA II-a)

Ing. I. TEODORESCU din ICTPC

Статья представляет собой продолжение напечатанной в журнале „Прикладная метрология" № 4 — 1956 г. одноименной статьи, в которой автор дает описание других применяемых в текстильной промышленности способов и приборов для контроля тканей по качеству.

★

Comme suite à l'article publié dans le no. 4/1956 de notre revue, l'auteur décrit d'autres méthodes et appareils utilisés par l'industrie textile au contrôle qualitatif des tissus.

DETERMINAREA REZISTENŢEI LA PLESNIRE.

Determinarea rezistenţei ţesăturilor la tracţiune după o axă, (urzeală sau bătătură) realizată la dinamometru, nu dă o imagine asupra rezistenţei absolute a materialului. Solicitările ce apar în întrebuinţarea zilnică, nu sînt corespunzătoare încercării de mai sus, cu excepţia unor întrebuinţări în scopuri tehnice.

Din această cauză, cercetătorii şi-au pus încă de mult problema încercării ţesăturilor la o tensiune simultană în ambele direcţii (urzeală şi bătătură) apropiind în felul acesta încercarea de ceea ce se întîmplă cu materialul în timpul folosirii lui. Această încercare a fost denumită încercare la plesnire.

Aparatul de plesnire, folosit astăzi pentru determinarea rezistenţei la plesnire a ţesăturilor, realizează o astfel de încercare cu rezultate bune.

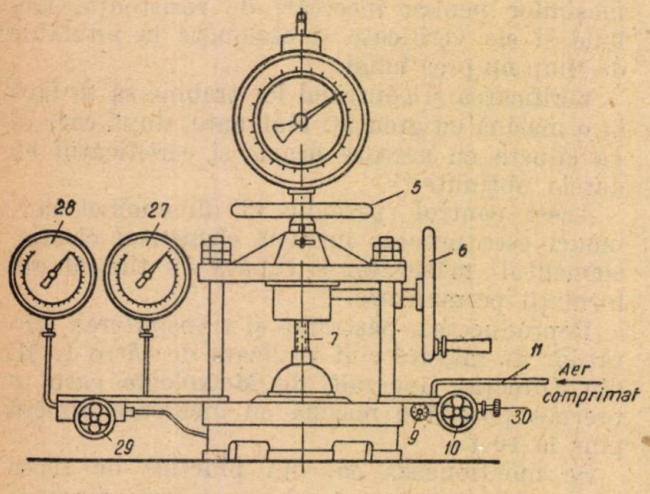


Fig. 6

Construcţia şi funcţionarea aparatului de plesnire se poate urmări cu ajutorul schemelor din fig. 6 şi fig. 7.

Epruveta de încercat (1) este prinsă între clopotul (2) şi inelul de metal (3) pe placa (4), prin coborîrea clopotului cu ajutorul roţii de mînă (5). Prinderea definitivă a epruvetei se face prin coborîrea clopotului cu ajutorul celei de a doua roţi de mînă (6), care transmite o mişcare înceată, printr-o transmisie cu şnec şi roată helicoidală la axul (7) pe care se află fixat clopotul. Prin aceasta se dă posibilitatea prin-

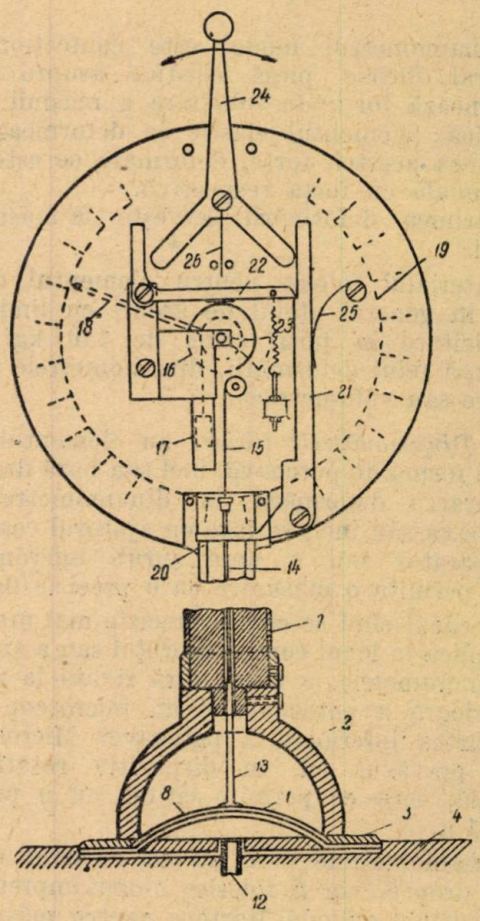


Fig. 7

derii epruvetei fără prea mare efort, se evită răsucirea epruvetei în momentul prinderii ei şi totodată se evită, printr-o prindere bună, alunecarea epruvetei în timpul încercării, alunecare ce se poate petrece cu atît mai uşor cu cît epruveta este mai groasă şi presiunea aerului, necesară pentru plesnire, este mai mare.

Sub epruveta (1) se găseşte o membrană de cauciuc (8), sub care, după deschiderea ventilelor (9) şi (10), pătrunde aerul comprimat de la conducta (11) prin canalul (12). Membrana de cauciuc are la mijloc, unul sau trei orificii acoperite cu o placă de cauciuc. Epruveta de ţesătură apasă pe această clapă şi opreşte în acest fel trecerea aerului comprimat.

Trebuie menţionat aici un lucru, observat în practică, şi anume că în cazul anumitor ţesături cu o contextură specială şi aproape totdeauna în cazul tricoturilor, aşezarea membranei cu clapa în sus, nu permite realizarea unei plesniri, deoarece din cauza structurii ţesăturii, sau tricotului clapa nu este perfect apăsată pentru a astupa bine orificiile şi permite ieşirea aerului. Pentru a înlătura acest inconvenient, se va aşeza membrana cu clapa în jos.

După plesnirea probei, aerul poate să treacă prin orificii, clapa nemai fiind apăsată de ţesătură ; în cazul aşezării membranii cu clapa în jos, aceasta din urmă în momentul plesnirii este împinsă de aerul comprimat prin orificii şi aerul comprimat poate ieşi. Înălţimea la care se ridică epruveta pînă la plesnire — săgeata — se măsoară cu ajutorul unui palpator (13). Acesta transmite mişcarea, printr-o tije subţire (14) şi un şnur (15) rolei de frînă (16). Greutatea (17) serveşte drept contragreutate. Pe acelaş ax cu rola (16) se găseşte indicatorul (18) ce arată pe cadranul (19) săgeata în mm.

In momentul plesnirii, aerul comprimat ieşind prin orificiile membranei împinge în clapa (20) a pîrghiei în unghi (21), făcînd-o să oscileze spre dreapta. Pîrghia de frînare (22) trasă de resortul (23) imobilizează rola (16) şi odată cu aceasta indicatorul (18), permiţînd astfel citirea uşoară a săgeţii în momentul plesnirii. Eliberarea frînării se face prin mişcarea spre dreapta a pîrghiei (24), dîndu-se astfel posibilitatea pîrghiei (22) să se sprijine pe pragul pîrghiei (21), care e ţinută în poziţie corespunzătoare de către arcul (25). Arcul lamă (26) ţine pîrghia (24) în poziţie de mijloc.

Presiunea de plesnire este înregistrată cu unul din cele două manometre (27) şi (28), primul pînă la 10 kgf/cm^2 si secundul pînă la 40 kgf/cm^2. Cînd este nevoie de o presiune de peste 10 kgf/cm^2, se închide ventilul (29), lucrîndu-se numai cu manometrul (28). Evacuarea aerului din aparat, după efectuarea plesnirii, se face cu ventilul (30).

Alimentarea cu aer comprimat se face de la o butelie prevăzută cu un reductor. Presiunea în reductor se reglează astfel, ca să fie egală cu aproximativ de două ori presiunea de plesnire necesară ţesăturii de încercat. De reglajul presiunii în reductor şi de buna funcţionare a acestuia depind în bună parte rezultatele încercărilor. Din practică s-a observat că defectarea reductorului, produce micşorarea presiunii în momentul admisiei aerului comprimat în aparat, ceea ce creiază condiţii necorespunzătoare pentru încercări. Se recomandă deci un control permanent al reductorului, verificarea lui periodică şi repararea lui la cea mai mică defecţiune.

După normele stabilite, durata încercării de plesnire trebuie să fie 20 $\pm$ 1 sec. Acest lucru se realizează prin reglarea admisiei aerului în aparat, cu ajutorul ventilului gradat (9).

Determinările de rezistenţă la plesnire a ţesăturilor se fac pentru o suprafaţă utilă de 50 cm^2 sau 100 cm^2. Suprafaţa de 50 cm^2 se foloseşte în special cînd se urmăreşte a se determina pierderea de rezistenţă la frecare, aceasta fiind suprafaţa de frecare la aparatele folosite pînă în prezent. Aparatul este în consecinţă, înzestrat cu clopote pentru determinarea rezistenţei la plesnire pentru aceste două suprafeţe. La aparatele moderne, clopotul nu mai are forma arătată în figură ci este de formă cilindrică şi construit din plexiglas, nu din metal, lucru care permite ca proba să fie vizibilă iar deformarea epruvetei pînă la plesnire să poată fi urmărită.

Dacă un clopot de plexiglas este mai greu de realizat, pentru a se putea totuşi urmări deformarea epruvetei, se poate realiza acest lucru prin practicarea într-un clopot de metal a trei ferestre circulare, în care se montează, printr-o ramă, trei ochiuri de sticlă sau plexiglas. Un astfel de clopot s-a realizat la Institutul de cercetări textile şi se foloseşte cu bune rezultate.

Felul cum se produce în general ruperea la plesnire a ţesăturilor, în funcţie de rezistenţa celor două sisteme de fire, urzeala şi bătătura, cît şi de contextură, se poate vedea în fig. 8 (a-f). Astfel în fig. 8 a, se arată plesnirea unei ţesături la care ambele sisteme de fire au avut cam aceeaşi rezistenţă.

In cazul cînd un sistem este mai slab decît celălalt, ruperea se face ca în fig. 8b unde bătătura a fost mai slabă — sau ca în fig. 8c—unde urzeala a fost mai slabă.

O rupere de tipul 8d nu este de dorit, pentru că în acest caz s-a produs o forfecare a ţesăturii la prinderea ei sub clopot. In cazul unor ţesături care sînt sensibile la prinderea lor, putînd erona rezultatele încercării la plesnire, se aşează între clopot şi epruvetă un inel de cauciuc, evitîndu-se astfel ruperea anormală a ţesăturii. Fig. 8e şi 8f arată feluri de rupere intermediare, unde se observă o ruptură de bază a sistemului mai slab şi de-a lungul ei ruperi ale celuilalt sistem de fire.

Valorile ce se înregistrează la aparatul de plesnire, presiunea (p) în kgf/cm^2 şi săgeata (h) în mm, nu sînt valori comparabile cu cele ce se obţin la determinarea cu dinamometrul a rezistenţei la tracţiune. Pentru aceasta s-a căutat a se găsi relaţii care să stabilească o legătură

între presiune și rezistența urzelii și bătăturii. Este de la sine înțeles că presiunea și săgeata

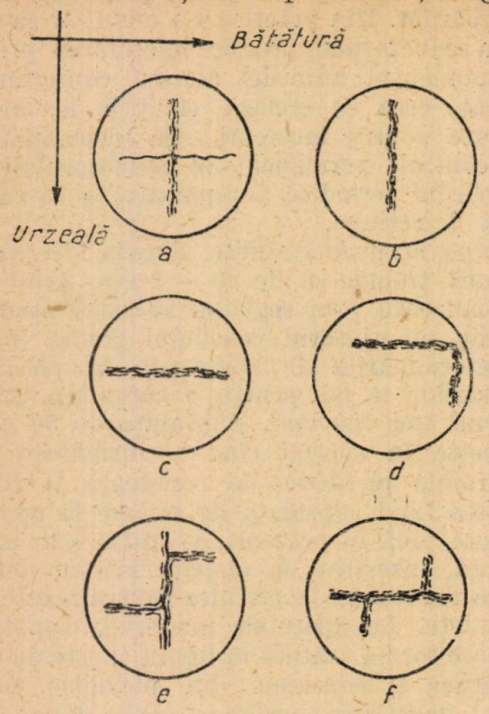


Fig. 8

sînt în primul rînd în directă legătură cu suprafața probei. Astfel, la același material, presiunea de plesnire scade cu creșterea suprafeței, după o curbă hiperbolică, în timp ce săgeata crește cu creșterea suprafeței.

Diferența presiunii de plesnire față de săgeată, impune alegerea unei alte mărimi ca măsură comparabilă a rezistenței la plesnire. Astfel s-a ajuns la determinarea tensiunei care există în material în momentul plesnirii, care, făcînd abstracție de unele influențe, este independentă de suprafața probei.

Un material omogen se presupune că posedă aceleași calități de rezistență și întindere și prin urmare, sub influența presiunii membranei, ia la proba de plesnire forma unei calote sferice, neexistînd tensiuni suplimentare în locurile de fixare.

In acest caz tensiunea K (kgf/cm²) corespunzătoare unei presiuni p (kgf/cm²), într-o sferă imaginară de raza R (cm), se calculează astfel :

Tensiunea periferică totală = presiunea totală

$$K\ 2\pi R = p\ \pi R^2$$

$$K = p\frac{R}{2}\ (\text{kgf/cm}) \qquad (1)$$

Calota sferică, generală de presiunea aerului, se determină din raza r a epruvetei și săgeata h. Din fig. 9 se vede că :

$$R^2 = r^2 + (R - h)^2$$

$$R = \frac{r^2 + h^2}{2h}\ (\text{cm}) \qquad (2)$$

Inlocuind valoarea lui R în relația (1) se obține :

$$K = p\frac{r^2 + h^2}{4h}\ (\text{kgf/cm}) \qquad (3)$$

Din această relație se vede că pentru K constant, o creștere a suprafeței determină o scădere a lui p.

Pentru calculul corect a lui K, trebuie să se aplice o corecție presiunii citită la manometru, aceasta nefiind presiunea reală pentru deformarea țesăturii, în ea încluzîndu-se și presiunea necesară deformării membranei de cauciuc. Presiunea ce se va introduce în calculul lui K va fi aceea ce rezultă din diferența între presiunea citită la manometru și presiunea necesară deformării membranei de cauciuc, fără țesătură la săgeata respectivă. Practic prin determinări la aparat, se trasează curba de variație a

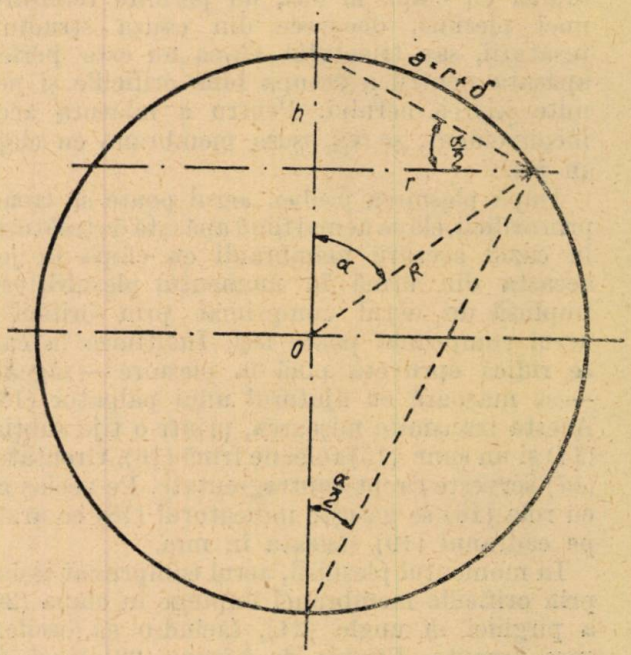


Fig. 9

presiunii în funcție de săgeată, pentru membrană, respectiv pentru cauciucul folosit la confecționarea membranelor.

In fig. 10 se pot vedea curbele de variație a presiunii în raport cu săgeata pentru cauciucul folosit la Institutul de cercetări textile, trasate pentru suprafața de 50 cm² și 100 cm².

K reprezintă rezistența la plesnire în starea întinsă a epruvetei, adică tensiunea ce există în material în momentul plesnirii. Din motive de comparabilitate în general și pentru valori de rezistență în special, trebuie să se determine rezistența la plesnire la suprafața neîntinsă (K_0). Pentru aceasta se aplică relația :

$$K_0 = K\frac{100 + \delta}{100}\ (\text{kgf/cm}) \qquad (4)$$

unde δ = alungirea specifică, în procente, a razei epruvetei încercate.

Presupunînd că țesătura se întinde sub forma de calotă sferică, alungirea specifică este : (fig. 9)

$$\delta = \frac{a - r}{r} 100\ (\%)$$

Valoarea arcului a este :

$$a = \frac{2\pi\, Ra}{360} = \frac{(r^2 + h^2)\,\pi\alpha}{h\,360} \qquad (5)$$

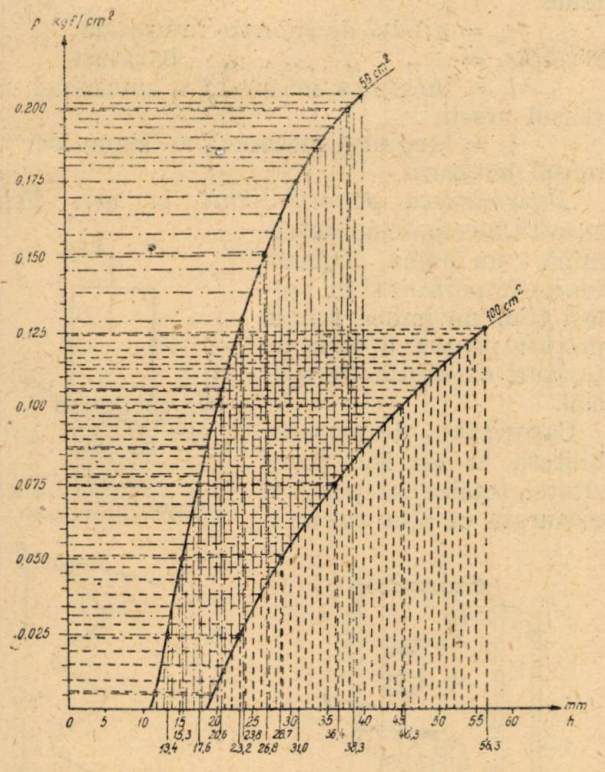


Fig. 10

Inlocuind valoarea lui a în relația de mai sus se obține :

$$\delta = \left[\frac{(r^2 + h^2)\,\pi\alpha}{r \cdot h \cdot 360} - 1\right] 100\ (\%) \qquad (6)$$

Din figura 9 se vede că unghiul α se poate calcula din :

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{h}{r}\ (7) \text{ sau } \sin\alpha = \frac{2rh}{r^2 + h^2} \qquad (8)$$

Calculul lui K_0 este destul de greoi,necesitînd mult timp. Pentru a ușura acest lucru, s-a construit o riglă de calcul specială, cu ajutorul ei putîndu-se calcula δ, K și K_0 în funcție de suprafața probei, presiune și săgeată, cu o precizie suficientă.

De asemenea s-au construit curbe pentru o anumită suprafață a probei, care permit ușor determinarea lui δ, K și K_0 cunoscînd săgeata h. Determinarea lui K și K_0 se face cu ajutorul acestor curbe pentru presiunea de 1 kgf/cm², astfel că pentru a obține rezultatul final, trebuie înmulțită valoarea lui K sau K_0 cu presiunea citită la aparat. In fig. 11 se arată curbele pentru determinarea lui K, K_0 și δ pentru o suprafață a epruvetei de 50 cm². Astfel, ducînd liniile de reper se vede din figură că pentru o săgeată de 19 mm corespunde

$\delta = 14{,}4\,\%$; $K = 2{,}57$ kgf/cm ; $K_0 = 2{,}93$ kgf/cm

In cazul cînd se dorește a se calcula valorile lui δ, K și K_0 cu mai multă precizie, în lucrările de cercetare, se pot face tabele cu valorile lui δ și K pentru valori ale săgeții la interval de 0,1 mm, care se introduc în formula (4) de calcul a lui K_0.

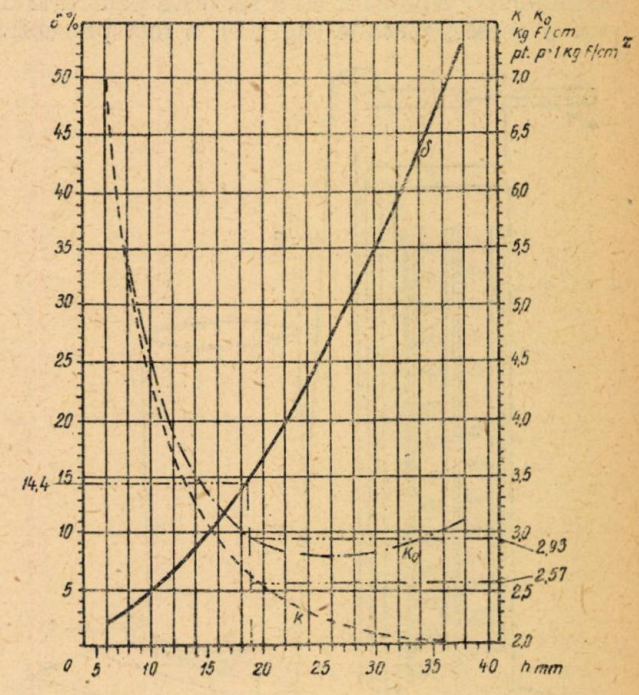


Fig. 11

Valorile lui K din tabele sînt pentru presiunea de 1 kgf/cm², astfel ca înainte de a fi introduse în relația (4) se vor înmulți cu presiunea de plesnire.

Foarte des se întrebuințează, în aprecierea rezultatelor, deformarea suprafeții de plesnire. Presupunînd că epruveta ia forma unei calote sferice, suprafața laterală a acesteia va fi :

$$S_l = \pi\,(r^2 + h^2)$$

Deformarea (alungirea) specifică a suprafeții va fi :

$$\delta_s = \frac{\pi\,(r^2 + h^2) - \pi r^2}{\pi r^2}\ 100 = \frac{h^2}{r^2}\ 100\ (\%) \qquad (9)$$

Se poate de asemenea determina lungimea de rupere la plesnire (Lrp), cu ajutorul greutății pe metru pătrat (G) aplicînd relația (10) :

$$L_{rp} = \frac{K_0\,100}{G}\ (\text{km}) \qquad (10)$$

unde K_0 este exprimat în kgf/cm iar G în g/m²

Determinarea rezistenței la frecare.

Aparatele și metodele folosite pentru această determinare, foarte importantă pentru controlul țesăturilor, au fost pe larg tratate într-un articol în numărul 8/1955 al acestei reviste.

Determinarea gradului de șifonare.

Metodele și aparatele folosite pentru această determinare, care oferă un indice util al calității unei țesături din acest punct de vedere, sînt în general simple.

Metoda cea mai mult folosită este „metoda armonicii". Aparatul care servește pentru aplicarea acestei metode (fig. 12), a fost prezentat

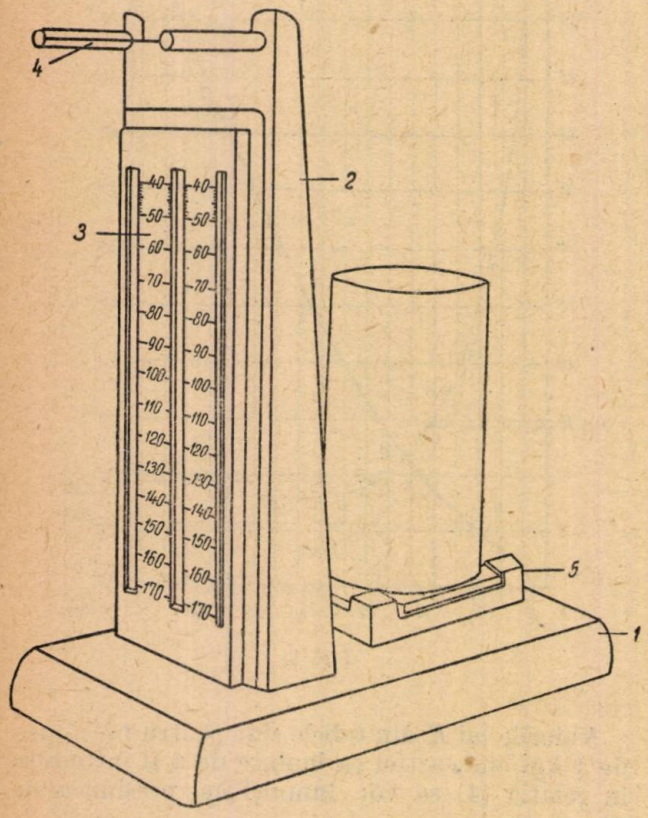


Fig. 12

la expoziția de aparate de laborator pentru industria textilă a Republicii Cehoslovace. El este construit astfel: pe o placă de bază (1), din fontă sau tablă, este fixat suportul aparatului (2) prevăzut pe partea din față cu o scară milimetrică și o oglindă (3) pentru citirea ușoară și precisă a sinusoidei epruvetei de țesătură. La partea superioară a suportului este fixată sîrma de suspendare (4). In spatele dispozitivului de măsurat se află dispozitivul de pliare (5) format din cinci plăcuțe de tablă de 50 × 30 × 0,3 mm, o placă de sticlă de 60 × 40 × 5 mm și o greutate de 2 kg.

Epruvetele folosite pentru determinarea gradului de șifonare au lățimea de 50 mm, iar lungimea utilă supusă încercării este de 170 mm. Epruveta este pliată, după cum se arată în fig. 13, în armonica în jurul celor cinci plăcuțe 1 — 5. După ce s-a așezat placa de sticlă 6 și greutatea de 2 kg se lasă 20 minute, după care epruveta se suspendă pe sîrma aparatului și după două minute se citește lungimea sinusoidei desfășurate. Forma schematică a fișiei suspendate se vede în fig. 13.

Gradul de șifonare se determină separat în urzeală și separat în bătătură, aplicînd relațiile:

$$\S_u = \frac{170}{l_u} \quad \S_b = \frac{170}{l_b}$$

unde

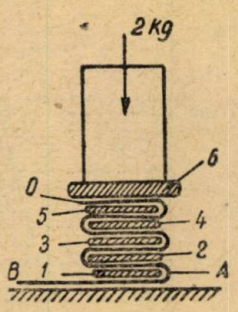
$\S_u$ = gradul de șifonare în urzeală

$\S_b$ = „ „ „ „ bătătură

l_u = lungimea măsurată a sinusoidei în sensul urzelii

l_b = lungimea măsurată a sinusoidei în sensul bătăturii

Determinarea permeabilității la aer. Prin această încercare se determină un indice higienic foarte important și în același timp un indice tehnic prețios pentru o serie de țesături cu destinație special.



Capacitatea de permeabilitate la aer sau porozitatea țesăturilor poate fi măsurată cu ajutorul unui

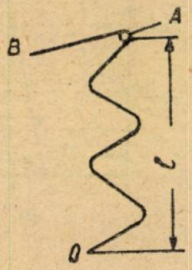


Fig. 13

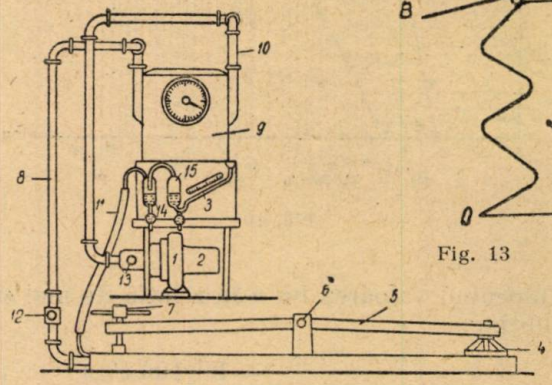


Fig. 14

aparat a cărui schemă se vede în fig. 14.

Principiul aparatului constă în măsurarea cantității de aer pe care o pompă centrifugă (1) acționată de un motor (2) o absoarbe prin țesătură, în unitatea de timp stabilită. De asemenea este stabilită suprafața de țesătură la care se face măsurarea.

Depresiunea creată prin absorbția aerului este măsurată cu ajutorul unui microvacuumetru cu tub înclinat (3).

Materialul este fixat deasupra unui recipient (4) cu ajutorul unei pîrghii (5) care oscilează în punctul (6). Fixarea pîrghiei se face printr-un șurub (7). Din dreptul recipientului pornesc două conducte: una de un diametru mai mare 25 mm care este în legătură cu alte conducte (8) prin care aerul trece într-un gazometru (9) și de aici printr-o conductă (10) care merge pînă la corpul pompei. Aerul este apoi eliminat printr-un

orificiu de evacuare. Altă conductă de un diametru de 12 mm este în legătură printr-un tub de cauciuc (11) cu microvacuumetrul (3).

Gazometrul este prevăzut cu o scară de la 0-100 și un ac indicator ce înregistrează cantitatea de aer ce trece prin el. De asemenea gazometrul este prevăzut cu un contor de înregistrare a sutelor și miilor de litri de aer.

Microvacuumetrul asigură controlul pentru ca lucrul să decurgă în aceleași condiții de încercare pentru toate probele. In funcție de porozitatea țesăturilor, microvacuumetrul înregistrează depresiuni diferite. Pentru a se lucra în aceleași condiții, trebuie păstrată o aceeași depresiune, lucru care se realizează cu ajutorul ventilului (12). Acest ventil nu face altceva decît să mărească sau să micșoreze secțiunea de pătrundere a aerului în aparat, proporțional cu porozitatea țesăturilor, pentru a se lucra cu aceiași depresiune.

Lucrînd cu secțiuni diferite ale conductei de admisie a aerului, viteza păstrîndu-se constantă, se vor obține în unitatea de timp debite de aer diferite, corespunzătoare porozității țesăturilor încercate.

Practic, la țesături se lucrează cu o depresiune de 20 mm coloană de apă. Scara microvacuumetrului este gradată de la 0-20 mm coloană de apă. Suprafața de încercare, conform construcției aparatului, este de 20 cm^2.

Permeabilitatea la aer se exprimă în litri de aer pe minut pentru o suprafață de 20 cm^2. Practic, pentru că este greu să se vizeze în același timp și scara gazometrului și scara unui cronometru, se determină numărul de secunde pentru trecerea a o sută litri de aer și apoi se calculează numărul de litri de aer ce trec în timp de un minut.

Corpul pompei este prevăzut cu un manșon — supapă (13) care este închis în timpul încercării și se deschide după terminarea acesteia, pentru a se permite aerisirea pompei.

Inainte de încercarea probelor, microvacuumetrul se umple cu apă în așa fel ca ea să pătrundă în balonul (14) la un nivel sub țeava de legătură cu balonul (15). Surplusul de apă este eliminat prin robinetul plasat în partea inferioară a balonului. Cu ajutorul robinetului în legătură cu balonul (15) se elimină surplusul de apă în așa fel ca nivelul apei în tubul înclinat să se găsească în dreptul diviziunei zero de pe scara mircovacuumetrului, la începutul oricărei determinări.

CONSULTAȚII METROLOGICE

Răspunsuri la întrebările puse de tov. T. Rădulescu verificator metrolog de stat.

Intrebări :

1. *Cu ce utilaj se verifică șublerele și micrometrele cu limita superioară de măsurare mai mare de 300 mm pînă la 1000 mm?*

2. *Sînt admise sau nu la verificare panglicile și ruletele mici (de 1 și 2 metri), din import, care au repere mm pe o singură față pe ambele margini ale benzei de măsurare, dar pe o margine începe cu 0 la 2000 iar pe cealaltă margine cu 2000 la 0?*

3. *Sînt admise sau nu la verificare panglicile sau ruletele mici de 1 și 2 metri și șublerele, care pe lîngă reperele mm au și repere de un alt sistem decît cel metric (Insch, țoli, etc.)?*

Răspunsuri :

1. Șublerele și micrometrele cu limita superioară între 300 și 1000 mm se verifică cu cale plan-paralel de dimensiuni mari pînă la 1000 mm la care se pot adera cele mai mici din trusele obișnuite.

Calibrele de însoțire ale micrometrelor mari se verifică la o mașină de măsurat.

2. Nu se întîlnesc curent panglici și rulete mici (1 și 2 m) gradate pe o singură față, pe ambele margini și numerotate în sens invers. Ele nu vor fi admise la import decît în cazul cînd un beneficiar cere expres și motivat acest lucru. Este necesară o aprobare specială a D.G.M. în acest sens.

3. Nu sînt admise la import, și deci nici la verificare, acele aparate de măsurat lungimi (șublere-panglici-rigle) care au pe lîngă sistemul metric și alt sistem de unități de măsurat

Tehnica măsurărilor — mijloc principal de progres și de asigurare a calității produselor

Ing. Gh. CIOCLOV
Combinatul Siderurgic „Gh. GHEORGHIU-DEJ"-Hunedoara

В данной статье автор отмечает значение измерительной техники для подъема промышленности путем поставки измерительного оборудования по качеству, необходимого для обеспечения надлежащего качества изделий.

★

L'auteur montre le rôle important de la technique des mesures dans le progrès industriel; la possibilité d'effectuer des mesures de haute précision assure notamment la haute qualité des produits.

Directivele Congresului al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn cu privire la cel de al doilea plan cincinal de dezvoltare a economiei naționale pe anii 1956-1960, prevăd pentru industria construcțiilor de mașini și de prelucrare a metalelor, sarcini sporite deosebit de importante. Indeplinirea acestor sarcini va fi posibilă numai pe baza unei tehnici avansate. Perfecționarea producției și îmbunătățirea calității produselor este posibilă numai prin întrebuințarea metodelor și instrumentelor de măsurare și control cele mai potrivite.

Pentru realizarea unui progres în direcția realizării acestor sarcini, vor trebui întreprinse cercetări multiple și variate. Efectuarea unor asemenea cercetări are însă numai atunci eficacitate dacă toate împrejurările în care ele se produc pot fi măsurate. *Numai măsurările ne furnizează date numerice cu ajutorul cărora putem judeca, prin comparație, stadiul de perfecțiune atins într-un anumit domeniu.*

Pentru a evidenția acest lucru, să aruncăm o privire retrospectivă și să urmărim, de exemplu, dezvoltarea celei mai vechi ramuri a tehnicii moderne și anume: construcția mașinii cu aburi cu piston. Vom constata că, la început, aceasta a fost o mașină cu totul primitivă. Pentru perfecționarea ei au fost necesare o serie întreagă de măsurări. Astfel, la o mașină dată s-a măsurat mai întîi volumul specific și căldura latentă și de aici s-a tras concluzia necesității despărțirii constructive a cilindrului de condensator. După aceasta s-a văzut clar că exploatarea sigură a mașinei nu este posibilă decît dacă este înzestrată cu aparate de măsurat care să permită urmărirea procesului ei de lucru. Pentru aceasta s-a prevăzut căldarea mașinei cu aparate pentru verificarea nivelului apei din căldare, precum și cu aparate pentru măsurat presiunea. De asemenea condensatorul a fost înzestrat cu aparate de măsurat vacuum.

O piatră de hotar în dezvoltarea mașinii cu aburi cu piston o constituie crearea *indicatorului*. Grație acestui aparat de măsură care permite determinarea variației presiunii din cilindru de-a lungul cursei pistonului, s-a putut trece la măsuri constructive extrem de prețioase, conducînd la construirea primelor mașini economice. Primele indicatoare au fost desigur imperfecte, totuși ele au oferit un mijloc important pentru cercetarea mașinilor. Pe baza cercetărilor efectuate, cu ajutorul indicatorului, primele mașini au putut fi perfecționate. Mașinile perfecționate nu au mai putut fi cercetate cu primul tip de indicatoare, așa încît a fost nevoe de perfecționarea acestora, ceea ce a condus la noi perfecționări ale mașinilor și așa mai departe pînă s-a ajuns la stadiul perfecționat al mașinilor moderne cu aburi.

Această legătură strînsă între progresul mașinilor cu aburi și progresul aparatelor de măsurat nu este specifică numai acestui exemplu. In orice alt domeniu progresul tehnic

este în strînsă legătură cu perfecționarea tehnicii măsurărilor. In adevăr, să ne gîndim că pentru ridicarea puterii și randamentului oricărei mașini a fost necesar întrebuințarea materialelor de construcție cu calități superioare, calități care au fost determinate prin măsurări și comparate cu calitățile corespunzătoare ale materialelor existente. Realizarea de progrese în ce privește calitatea materialelor, a făcut necesară perfecționarea și chiar crearea de noi aparate de măsurat pentru supravegherea producerii lor. Materialele îmbunătățite au necesitat pentru prelucrarea lor mașini cu calități superioare în ceea ce privește rezistența și precizia, cari nu au putut fi determinate și îmbunătățite decît tot numai datorită măsurărilor.

De evoluția perfecționărilor realizate în tehnica măsurărilor, depinde evoluția perfecționărilor realizate în domeniul tehnic la care ele se referă. Acest lucru se poate scoate în relief dacă facem o comparație între dezvoltarea mașinilor cu abur și dezvoltarea mașinilor cu combustie internă. Dacă mașinii cu abur i-a trebuit un timp de cca. două secole ca să ajungă la nivelul actual de perfecționare, mașinii cu combustie internă i-a trebuit numai cîteva decenii pentru a ajunge și a depăși aproape în toate privințele mașina cu abur. Aceasta a fost posibil numai datorită dezvoltării și perfecționării rapide a tehnicii moderne a măsurărilor. In adevăr, construcția și perfecționarea motoarelor cu combustie internă, de turație înaltă, a putut să atingă nivelul tehnic de azi, numai după ce tehnica măsurărilor a creiat aparatele și metodele de măsurare cu calități superioare, cu ajutorul cărora se poate determina cu cea mai mare exactitate variația rapidă de presiune și temperatură din cilindrul motor, conductele de aspirație, de evacuare, de combustie, etc. De asemenea tehnica măsurărilor a pus la dispoziție aparate și metode de măsurare cu ajutorul cărora se pot urmări procesele chimice în timpul arderii în cilindrul motor. Toate aceste aparate și metode de măsurare de o precizie și sensibilitate practic nelimitată se bazează pe fenomene electrice, piezoelectrice sau electro-optice. Ele au adus tehnicii construcției motoarelor cu combustie internă servicii neprețuite. Cu toate acestea, dacă privim în general progresele atinse de tehnica construcției de mașini, vom constata că ele nu sînt la nivelul progreselor atinse în electrotehnică, tocmai din cauză că în electrotehnică toate fenomenele au fost urmărite și trecute *de la început* printr-un mijloc de măsurare.

Dar tehnica măsurărilor nu este un ajutor prețios numai pentru perfecționarea mașinilor existente dar și pentru acele construcții care au izvorît din mintea genială a inventatorilor, cum ar fi de exemplu tehnica aviației. Și aici geniul și instinctul inventatorilor a fost completat cu măsurări metodice. Forma primelor avioane cu aripi legate cu sîrme și bare, după modelul smeului, a putut fi înlocuită cu forma aerodinamică de azi numai pe baza cercetărilor cantitative de laborator. Pentru lămurirea fenomenelor celor mai ascunse legate de problema sborului, s-au creiat metode speciale de cercetări cu ajutorul tunelelor aerodinamice. O permanentă legătură dintre rezultatele obținute în tunelurile aerodinamice și succesele practice, a făcut cu putință studierea și perfecționarea fiecărui element constructiv al avionului. Paralel cu aceste cercetări tehnica măsurărilor s-a străduit să pună la dispoziție aparate și metode de măsurare tot mai perfecte pentru verificarea calităților materialelor cerute de siguranța în exploatare. Dintre acestea, metodele care au avut un mare succes sînt cele bazate pe proprietățile razelor Roentgen, care au trebuit studiate pînă la cele mai mici amănunte. Dacă tehnica aviației a ajuns la perfecționarea de azi în ceea ce privește viteza, capacitatea de transport si siguranța sborului avioanelor, aceasta se datorește în primul rînd progresului tehnicii măsurărilor. Importanța și înrîurirea tehnicii măsurărilor asupra unui domeniu tehnic oarecare se evidențiază mai ales acolo unde crearea aparatelor de măsurat adecuate scopului se isbește de greutăți, cum ar fi de exemplu tehnica sudurii. Se știe că acest procedeu de lucru prezintă toate avantagiile unui procedeu modern ca : simplicitate, economie de material și de timp, etc. Totuși tehnica sudurii a avut un mare cusur și anume : calitatea sudurii nu se putea măsura printr-un procedeu oarecare, fără distrugerea cusăturei. Tehnica măsurărilor nu a reușit pînă azi să realizeze în acest domeniu progrese hotărîtoare, din care cauză tehnica sudurii prezintă încă o siguranță îndoielnică în ceea ce privește rezistența cusăturii sudate.

Este adevărat că pentru rezolvarea acestei probleme s-au făcut un număr de cercetări. Astfel s-a studiat în ce măsură o anumită sudură cu anumite calități influențează unele fenomene fizice cum ar fi : propagarea sunetelor și ultrasunetelor, conductibilitatea electrică, fluxul magnetic, pătrunderea razelor Roentgen, etc. și în ce măsură aceste variații se pot măsura, fără ca totuși să se fi ajuns la crearea de aparate de măsurat în adevăratul sens al cuvîntului. Calitatea sudurii nu se poate exprima în cifre, dar se pot descoperi locurile unde sudura este proastă. In ce măsură sudura este proastă nu se poate determina exact decît prin supunerea cusăturii unor încercări de laborator, ceea ce nu se poate face decît prin distrugerea construcției.

Cele mai bune rezultate au fost obținute cu acele metode și aparate care se bazează pe proprietățile razelor Roentgen precum și pe procedeele magneto-inductive. Aceste metode și aparate mînuite de operatori dibaci sînt de un ajutor indispensabil pentru verificarea calității sudurii, fără să fie, după cum am mai amintit, un mijloc de măsurare cu care să obținem rezultate numerice. Aceasta ne arată

că pentru a asigura eficacitatea unui anumit procedeu tehnologic, trebue să creăm posibilitatea controlării lui printr-un mijloc de măsurare oarecare şi că *tehnica măsurărilor rămîne un mijloc principal de progres al tehnicii şi tehnologiei producţiei.* Tehnica măsurărilor din domeniul tehnicii sudurei trebue impulsionată pentru a crea aparate şi metode de măsurare adecuate, cunoscînd că de felul cum se va rezolva această problemă, va depinde extinderea şi folosirea pînă la capăt a calităţilor şi avantajelor pe care le prezintă sudura.

Aşa dar este clar că dacă într-un domeniu tehnic oarecare se realizează un progres, aceasta atrage după sine un progres al tehnicii măsurărilor; şi invers, orice progres în tehnica măsurărilor indică drumul spre noi progrese din domeniul respectiv. Această influenţă reciprocă se repetă cu o asemenea regularitate, încît se poate afirma cu drept cuvînt că, *progresul tehnic într-un domeniu oarecare este în funcţie directă de progresul tehnicii măsurărilor din domeniul respectiv şi invers.*

Dar dacă tehnica măsurărilor constituie un mijloc important de progres, ea mai are şi rolul de a asigura calitatea necesară produselor. In orice proces de producţie industrială apare necesitatea folosirii materialelor celor mai potrivite şi a prelucrării lor cu precizia strict necesară. Pentru a asigura unei fabricaţii precizia cerută, fiecare element de construcţie trebue măsurat dimensional după anumite game de operaţii. Controlul dimensional în cursul fabricaţiei ne permite oprirea din lucru a piesei defecte, imediat după operaţia care a ocazionat defectul, pentru reparaţia ei dacă defectul este reparabil, sau pentru rebutarea ei dacă defectul este nereparabil. In felul acesta se economiseşte timpul necesar gamelor de operaţie următoare. Rezultă de asemenea evitarea altor erori în cazul cînd de exemplu o suprafaţă sau o gaură executată eronat dimensional, formează puncte de referinţă pentru anumite alte dimensiuni. Intregul mers al fabricaţiei trebue să fie deci urmărit prin măsurări cantitative.

Lucrul de măsurare începe de fapt mult mai devreme. El stă la baza producţiei materialelor de calitate superioară precum şi la menţinerea constantă a calităţilor prin supravegherea continuă, prin măsurări a procesului de elaborare. Aliajele de oţel cu anumite calităţi magnetice, tehnice şi chimice, diferite feluri de sticle cu anumiţi coeficienţi de dilatare şi puncte de topire au fost supuse unei întregi serii de măsurări în timpul elaborării.

In ultimii ani se pune un accent tot mai mare pe normalizarea dimensiunilor anumitor piese de întrebuinţare curentă necesară fabricaţiei.

In U.R.S.S. şi în ţara noastră organele de maşini cele mai obişnuite sînt normalizate şi confecţionate cu o aşa exactitate şi siguranţă încît este oricînd posibil o asamblare şi interşanjabilitate a lor fără nici o dificultate. Acest progres a fost posibil numai după crearea mijloacelor de măsurare comode, robuste şi de o exactitate de măsurare suficientă cum sînt micrometrele, comparatoarele, calibrele etc. Un progres important în această direcţie a fost realizat prin folosirea calelor şi a comparatorului cu interferenţă, cu ajutorul cărora se pot face verificări simple şi uşoare şi care din nişte aparate de laborator au devenit aparate de stand de măsurare. *O fabricaţie modernă, de masă, fără verificări şi măsurări este de neconceput.*

Micşorarea cîmpurilor de toleranţă pentru anumite piese de înaltă precizie, astfel ca să corespundă unei exactităţi sporite de fabricaţie şi în acelaş timp să permită măsurări cît mai comode şi sigure, a fost posibilă numai după crearea metodelor şi aparatelor de măsurat cele mai potrivite. In acest scop au început să se răspîndească în ultimul timp, mai ales în U.R.S.S., pe lîngă metodele pur mecanice şi optico mecanice pentru măsurarea lungimilor, grosimilor, etc. şi metode electrice. Calibrele electrice, care au calitatea unei citiri uşoare şi puţin obositoare precum şi o exactitate practic nelimitată, au început să ia o răspîndire tot mai mare.

Nu trebuie uitat nici o clipă că măsurările tehnice nu sînt un scop în sine ci numai un mijloc pentru atingerea unui scop. Ele interesează deopotrivă pe omul de ştiinţă, pe tehnicianul constructor ca şi pe tehnicianul de exploatare. Pe omul de ştiinţă îl ajută la verificarea ideilor şi teoriilor sale precum şi pentru continuarea cercetărilor, pe tehnicianul constructor îl ajută să-şi dea seama de valoarea şi perfecţiunea construcţiei sale, iar pe tehnicianul de exploatare îl ajută la realizarea corectă a produselor şi la conducerea cu minimum de cost a exploatării. *Cu cît metodele şi aparatele de măsurat vor fi mai bune şi mai perfecţionate, cu atît mai bine şi mai repede vor sluji înfăptuirii sarcinilor progresului tehnic.*

2434
VIII

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - ...

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

6

Iunie 1956

Nr. 6
IUNIE
1956

METROLOGIA APLICATĂ

ORGAN AL DIRECŢIEI GENERALE DE METROLOGIE DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIŞTRI

APARE SUB CONDUCEREA UNUI COMITET DE REDACŢIE

SUMAR

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Pag.

H. MOREAU: Progresele recente ale sistemului metric, (1948-1954) 3

Ing. FL. ONIŢIU: Micrometre pneumatice: avantajele utilizării lor 5

G. MUSA: Manometre de ionizare pentru măsurarea vidului înaintat 10

Ing. T. HERLESCU: Condiţiile de instalare şi folosire a pirometrelor în întreprinderi 17

E. ERBLICH: Sistemul metric şi necesitatea universalităţii lui . . 21

Ing. S. MĂRCU: In legătură cu elaborarea standardelor internaţionale pentru contoare electrice de inducţie şi aparate electrice de măsurat 26

Ing. S. MANOLESCU: Aparat pentru măsurarea vidului molecular . 29

Ing. M. ALDEA: Supapele de siguranţă. Dimensiuni, caracteristici constructive, încercări 31

Ing. Z. DUCA: Aparat pentru măsurarea durităţii 36

Ing. M. BIRCĂ şi ST. RAFAIL: Aparat pentru verificarea crestăturilor de la pîrghiile basculelor romane 38

TEHNICA VERIFICĂRILOR

Ing. V. SIDORCIUC: Verificarea internă în întreprinderi a manometrelor diferenţiale (debitmetrelor) indicatoare, integratoare şi înregistratoare cu bandă 43

INFORMAŢII METROLOGICE

RECENZIE

REDACŢIA
ŞI
ADMINISTRAŢIA

DIRECŢIA GENERALĂ DE METROLOGIE

Str. ŞTIRBEI VODĂ, 189
TELEF. 62031

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Г. МОРО: Современные успехи метрической системы 3

Инж. ФЛ. ОНИЦИУ: Пневматические микрометры, преимущества их применения 5

Г. МУША: Ионизационные манометры для измерения высокого вакуума 10

Инж. Т. ГЕРЛЕСКУ: Условия установки и применения пирометров на предприятиях 17

Э. ЭРБЛИХ: Метрическая система и необходимость её универсальности 21

Инж. С. МАРКУ: К разработке международных стандартов для электроиндукционных счетчиков и электроизмерительных приборов 26

Стр.

Инж. С. МАНОЛЕСКУ Прибор для измерения молекулярного вакуума 29

Инж. М. АЛДЯ: Предохранительные клапаны. Размеры, конструктивная характеристика, испытания 31

Инж. З. ДУКА: Прибор для измерения твердости 36

Инж. М. БЫРКА и ШТ. РАФАИЛ: Прибор для поверки делдний на рычагах весов с передвижной гирей 38

ТЕХНИКА ПОВЕРКИ

Инж. В. СИДОРЧ К: Внутренняя поверка дифференциированных указательных интеграционных, записывающих ленточных измерителей расхода на предприятиях 43

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ
ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК
РЕЦЕНЗИИ

SOMMAIRE

Pag.

PROBLEMES TEHNIQUES DE LA METROLOGIE APPLIQUÉE

H. MOREAU: Les récents progrès du système métrique (1948—1954) 3

Ing. FL. ONIȚIU: Palmers pneumatiques: les avantages qui résultent de leur utilisation 5

GH. MUSA: Manomètres d'ionisation pour la mesure du vide poussé 10

Ing. T. HERLESCU: Les conditions de montage et d'utilisation des pyromètres, dans les entreprises 17

F. ERBLICH: Le système métrique et la nécessité de son universalité 21

Ing. S. MARCU: Sur l'élaboration des normes internationales pour les compteurs électriques à induction et pour les appareils électriques de mesure 26

Pag.

Ing. S. MANOLESCU: Appareil pour la mesure du vide moléculaire 29

Ing. M. ALDEA: Soupapes de sureté. Dimensions, caractéristiques de construction, essais . . 31

Ing. Z. DUCA: Appareil pour mesurer la dureté . 36

Ing. M. BIRCA et ST. RAFAIL: Appareil pour le contrôle des repaires traçés sur les féaux des bascules romaines 38

LA TECHNIQUE DES VÉRIFICATIONS

Ing. V. SIDORCIUC: Le contrôle interne des compteurs différentiels de débit, à intégrateurs, indicateurs, et enrégistreurs sur papier 43

INFORMATIONS MÉTROLOGIQUES

RECENSION

Progresele recente ale sistemului metric (1948—1954)

H. MOREAU

Inceplnd din 1907 este obiceiul ca la fiecare sesiune a „Conferinţei Generale de măsuri şi greutăţi" să se prezinte un raport asupra progreselor făcute în aplicarea şi expansiunea sistemului metric în lume, în perioada de timp dintre sesiuni. Biroul internaţional de măsuri şi greutăţi publică aceste rapoarte şi le transmite tuturor ţărilor membre ale Convenţiei Metrului.

La a 10-a Coferinţă generală de măsuri şi greutăţi, din 1954, un astfe de raport a fost prezentat de Dl. Henri Moreau, asistent la Biroul Internaţional de măsuri şi greutăţi.

Modul cum este întocmit şi materialul documentar pe care-l cuprinde fac ca acest raport să fie extrem de interesant pentru oricine este legat cît de puţin de problemele metrologice.

Se prezintă mai întîi, în mod succint, situaţia actuală şi importanţa deosebită a celor două probleme de bază care interesează în prezent forurile metrologice din întreaga lume: adoptarea unitară a sistemului internaţional de unităţi de măsură (avînd ca unităţi fundamentale metrul, kilogramul, secunda, amperul, candela şi gradul Kelvin) şi proiectul schimbărilor definiţiei metrului.

Se dă apoi o amplă vedere de ansamblu progreselor realizate în legislaţiile naţionale şi în folosirea sistemului metric şi după ce se arată în detaliu dezvoltarea în diferite ţări a legislaţiei metrologice, a laboratoarelor metrologice şi a serviciilor pentru verificarea aparatelor de măsurat, se completează expunerea cu un interesant tablou sinoptic în care se prezintă regimul în care se află în prezent folosirea sistemului metric zecimal în diferitele ţări ale lumii.

Din această interesantă lucrare a D-lui Moreau, extragem în cele urmează o parte din capitolul final intitulat „Rezumat şi Concluzii".

Importanţa crescîndă a măsurărilor în toate domeniile de activitate culturală şi ecomonică şi cerinţele mereu crescînde ale preciziei se reflectă în situaţia metrologică din aceşti ultimi ani.

Evenimentul cel mai marcant priveşte elaborarea proiectului de schimbare a definiţiei metrului şi înlocuirea etalonului actual „material"—metrul internaţional din platină iridiată — printr-un etalon „natural" — lungimea de undă a unei radiaţiuni monocromatice.

Nici o hotărîre difinitivă nu a fost luată în acest sens, dar metrologia ştiinţifică a beneficiat deja de lucrările întreprinse pentru studiul şi discuţia acestei importante chestiuni. Au fost realizate progrese în cunoaşterea structurii reperelor gravate pe etaloanele din platină iridiată şi în tehnica trasării, de unde posibilitatea de a prevedea metrii prototipi cu trăsături mult mai regulate, permiţînd de a mări sensibil precizia punctaţiilor micrometrice; în afară de aceasta, punerea în funcţiune la Biroul Internaţional a unui nou comparator pentru etalonul de un metru prevăzut cu microscoape vizuale reversibile şi cu obiective cu imersiune şi procedeele de observaţie cu ajutoul microscoapelor fotoelectrice, permit să se îmbunătăţească precizia măsurărilor pe etaloanele cu repere. Pe de altă parte metrologia interferenţială a beneficiat de lucrările care au condus la izolarea de „nuclide" a unor elemente şi de cercetările asupra proprietăţii metrologice a radiaţiilor emise de acestea; continuarea acestor studii dă speranţa unor noi progrese în acest domeniu.

În ceea ce priveşte stabilirea unui sistem de unităţi de măsură, acordul care s-a obţinut de curînd pentru unităţile de bază ale acestui sistem va contribui la unificarea legislaţiilor metrologice naţionale.

* * *

Pentru a se asigura o permanenţă cît mai perfectă a unităţilor fundamentale ale sistemului britanic, metrologii englezi au luat în considerare părăsirea prototipurilor yardului şi poundului şi definirea acestor două unităţi în funcţie de metrul şi kilogramul internaţional; unificarea valorilor unităţilor britanice şi americane vor trebui realizate simultan.

În 1951 etaloanele canadiene ale yardului şi poundului au fost definite în funcţie de prototipul metric.

În domeniul metrologiei legale, cîteva ţări metrice (Austria, Belgia, Danemarca, Ungaria, Japonia, Polonia, Romînia) au revizuit complet legea lor de măsuri şi greutăţi; caracterul dominant al unora din aceste noi legislaţii, este o tendinţă către unificare pe baza sistemului practic internaţional. Majoritatea celorlalte ţări au adus unele modificări legislaţiilor lor, pentru a ţine cont de schimbările intervenite în definiţia unităţilor electrice şi fotometrice. O refacere totală a legii asupra măsurilor şi greutăţilor, este de asemenea în studiu în cîteva ţări (Franţa, Mexic, Elveţia, Cehoslovacia, Turcia, Iugoslavia).

S-a continuat în aceşti ultimi ani dezvoltarea serviciilor de măsuri şi greutăţi, drept consecinţă a creşterii activităţii lor; de asemenea au fost create noi laboratoare metrologice.

Folosirea generalizată a sistemului metric a fost introdusă în Albania, Republica Dominicană şi Israel; legi noi asupra măsurilor şi greutăţilor au sancţionat adoptarea acestui sistem în

aceste țări. Republica Populară Democrată Coreană și Regatul Iordaniei au adoptat și ele sistemul metric cu titlu obligatoriu. De curînd guvernul Sudanului a adoptat la rîndul său un sistem de măsuri uniforme bazate pe unitățile metrice.

În Etiopia, sînt în studiu dispozițiile în vederea adoptării măsurilor metrice pînă acum în serviciul vamal. În Japonia folosirea obligatorie a sistemului metric este definitiv impusă ;folosirea măsurilor japoneze și cele ale sistemului britanic, a încetat de a mai fi legală la 1 ianuarie 1959.

În Republica Populară Chineză extinderea sistemului metric este de asemenea înscrisă în programul modificării măsurilor acestui stat.

În India, guvernului i-a fost supus un proiect de normalizare și unificare a măsurilor și greutăților pe baza sistemului metric. În sfîrșit, în Grecia este încă în studiu, înainte de a fi supus Parlamentului, un proiect de lege care prevede folosirea obligatorie a sistemului metric.

Recente ordonanțe au extins pe de altă parte întrebuințarea facultativă a sistemului metric, în diverse posesiuni britanice : Kenya, Uganda, Rodezia de Nord, Somalia.

* * *

După această revedere a progresului sistemului metric în numeroase țări, este regretabil că avem de menționat un anumit regres al folosirii lui în țările în care este legal obligatoriu, adesea de mai mult de un secol. După ultimul război, cîteva țări europene — dintre care din nefericire și Franța — se lasă antrenate pe linia folosirii crescînde a măsurilor anglo-saxone cu deosebire în domeniul tehnic și industrial și în aviație

Se impune o acțiune energică împotriva pătrunderii progresive și indezirabile a unităților nemetrice dacă vrem să evităm recăderea în incoherență și să vedem instituindu-se, pe lîngă sistemul metric, a unui „sistem" hibrid, în care unitățile metrice și anglo-saxone ar fi încorporate după bunul plac al utilizatorilor.

Salvgardarea integrității sistemului metric este în funcțiune de rigoarea cu care este aplicat sistematic în toate domeniile.

Sînt fără îndoială necesare unele derogări pentru relațiile comerciale cu țările nemetrice ; ele nu ar trebui în nici un caz să fie tolerate pentru mărfuri și fabricate destinate comerțului interior.

Adeseori inerția omenească și rutina se opun unei schimbări. Iată un exemplu tipic : o societate austriacă expedia recent într-o altă țară metrică piei a căror suprafață era dată în metri pătrați — conform legislației austriace— cu indicația suplimentară a echivalenței în unități britanice. Această societate a primit puțin după aceea observația următoare :

„Este de notat că lumea întreagă măsoară piei în picioare pătrate și că numai Austria le măsoară în metri pătrați. Industria de pielărie din Austria pare rămasă foarte în urmă în acest domeniu" Este dimpotrivă o reformă fericită — introdusă deja de mai mulți ani în Polonia, Romînia și U.R.S.S. — și a cărui generalizare în toate țările metrice este de dorit.

Aceste exemple arată necesitatea de a apăra sistemul metric cu aceeași credință pe care alții o pun în dorința de a-l adopta.

Chestiunea folosirii obligatorii a sistemului metric în țările anglo-saxone, a continuat să rețină atenția cercurilor componente. Lumea a devenit prea mică pentru a avea două sisteme de măsură și necesitatea unei unificări pe baza sistemului metric se impune din ce în ce mai mult.

În Marea Britanie, Comitetul instituit de Board of Trade a luat de curînd poziție în acest sens ; recomandările acestui comitet nu au fost însă reținute de Guvernul Britanic care, în fața importanței și repercusiunilor acestei reforme, ezită să ia o hotărîre definitivă.

Argumentul sentimental și moral, opus adesea pentru respingerea sistemului metric, și-a pierdut încă de mult timp orice valoare ; baza sistemului metric zecimal nu-și are rădăcina în nici una din măsurile naționale vechi și caracterul său de „sistem internațional" este acum deajuns de bine stabilit. Argumentul material rămîne deci singura piedică importantă. El nu poate fi trecut cu vederea în țările cu un nivel înalt de dezvoltare industrială, cu toate că implicațiile unei reforme metrice au fost uneori voit exagerate, fie de adversari ireductibili ai sistemului metric, fie de puternice grupuri industriale care se tem să-și vadă amenințate interesele lor. Să citățm în legătură cu aceasta părerea emisă înaintea ultimului război de raportorul unui Comitet național al Camerii de Comerț internaționale.

„Este o părere în deosebi răspîndită că adoptarea sistemului metric ar antrena rebutarea anumitor mașini. În țările care au trecut pînă acum la acest sistem, experiența a demonstrat că aceste teme nu sînt întemeiate. Mașinile existente nu au fost părăsite. Dimpotrivă, aceleași vechi mașini au continuat ca și mai înainte, să fabrice piese sau produse identice, dar aceste piese sau produse au fost clasate sau numerotate din nou, după mărimile metrice. Existau cataloage, liste de prețuri și prospecte noi care dădeau greutățile și lungimile în grame și metri alături de vechile unități, sau în locul lor".

La ora actuală, acțiunea cea mai eficace pare deci să fie cea aplicată recent de corporațiile medicale și farmaceutice britanice : adoptarea în mod voluntar și folosirea generalizată a sistemului metric de către toate profesiunile care o doresc. Prin efectele sale propagandistice, o asemenea acțiune va trebui să continuie de altfel la crearea în popor a dorinței unei schimbări.

Cît de regretabil apare, cu trecerea timpului, votul neclarvăzător al Camerii Comunelor care a respins în 1907, cu 150 voturi contra 138 legea care prevedea adoptarea, obligatorie a sistemului metric în Marea Britanie. La acea epocă dificultățile ar fi fost cu mult mai mici iar inconvenientele schimbării — pe care unii le consideră acum ca fiind din ce în ce mai problematice — ar fi fost demult uitate.

Micrometre pneumatice: avantajele utilizării lor

Ing. FLORIN ONIȚIU

Коротко излагается принцип работы пневматических микрометров низкого и высокого давления.

Дается описание значительного количества измерительных головок для самых разообразных целей. В заключение отмечается интерес, представляющий собой изготовление в РНР приборов этого вида, длс измерения длины.

★

Après avoir brièvement indiqué le principe de fonctionnement des palmers pneumatiques à basse et à haute pression, l'auteur décrit un grand nombre de touches de mesure, pour les emplois les plus divers.

Il conclut en attirant l'attention sur l'intérêt présenté par la fabrication dans le pays de ce genre d'appareil.

Actualmente, în industria constructoare de mașini se simte necesitatea mereu crescîndă pentru aparate de măsurat cu diviziuni micronice. Pentru a putea satisface în totul necesitățile actuale și viitoare puse de tehnica nouă, acest fel de aparate ar trebui să îndeplinească următoarele cerințe :

— să fie simplu de mînuit și robuste,

— să asigure o productivitate mare,

— să acopere domenii de folosire cît mai variate,

— să se adapteze bine la automatizarea controlului,

— să se adapteze bine la controlul dimensiunilor în timpul procesului tehnologic și la comanda automată a acestuia,

— să nu pună probleme complicate de întreținere și revizie,

— să poată fi eventual fabricate în țară, fără eforturi mari economice pentru însușirea lor.

Sîntem de părere că aparatele care corespund mai bine tuturor acestor cerințe, sînt aparatele comparatoare pneumatice. Pentru a demonstra această afirmație, vom încerca să arătăm pe scurt, care este principiul de funcționare al acestor aparate.

În mare, aparatele de măsurat pneumatice sînt de două feluri : bazate pe măsurarea presiunii și bazate pe măsurarea debitului.

Aparatele pneumatice bazate pe măsurarea presiunii

Aceste aparate funcționează pe principiul care rezultă din fig. 1.

Printr-un mecanism oarecare, în camera A se menține o presiune constantă, la o valoare oarecare P.

Presiunea p din camera B, despărțită de A printr-un perete pătruns de un jiclor j, depinde astfel exclusiv de mărimea secțiunii de ieșire, respectiv de distanța S la care se găsește orificiul F, cu diametrul d, pe suprafața plană C, reprezentată, de exemplu, de suprafața de măsurare a unei cale. Presiunea în camera B poate fi măsurată cu ajutorul unui manometru sensibil D. Prin dimensionarea corespunzătoare a jiclorului j și a orificiului F, precum și prin alegerea judicioasă a valorii presiunii constante

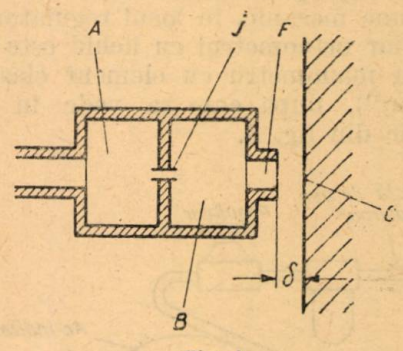


Fig. 1

P, se poate obține ca, pe un anumit interval, o foarte mică variație a lui S să provoace o foarte mare variație de presiune.

Dacă aceasta se măsoară la un manometru cu apă, se pot obține rapoarte de amplificare pînă la 50000, adică pentru o variație a lui δ de 1 μ, corespunde o variație a presiunii de 50 mm c.a.

Aparatele de acest fel se împart în două clase :

— aparate cu presiune joasă : $P \leqslant 500$ mm c.a. (0,05 kgf/cm²), mai rar $P = 1000$ mm c.a. (0,10 kgf/cm²),

— aparate cu presiune înaltă : $P = 0{,}4...1$ kgf/cm².

Aparatele de joasă presiune sînt cele de tip „Solex". La acest tip, regulatorul de presiune este hidraulic, după cum se vede în desenul schematic din fig. 2.

Aerul sub presiune, laminat prin șicane și robinete, intră în camera A cu o presiune puțin superioară presiunii P. El apasă asupra apei din tubul T, pînă ce iese în bule rare, consecutive. Prin aceasta se asigură în camera A o

presiune foarte precis constantă, egală cu P. Presiunea din camera B se citeşte la manometrul cu apă, construit ca tub comunicant cu lichidul din rezervorul R.

Precizia de citire şi justeţea acestui gen de aparat este foarte înaltă; singurul desavantaj pe care-l are este că aparatul e foarte „leneş" şi anume cu atît mai leneş cu cît raportul de amplificare şi deci precizia lui sînt mai mari. Înţelegem prin „leneş" faptul că, după atingerea distanţei fixe δ, coloana de apă are o inerţie mare pînă la atingerea echilibrului, adică a poziţiei de repaus. Această caracteristică determină o productivitate mai mică şi

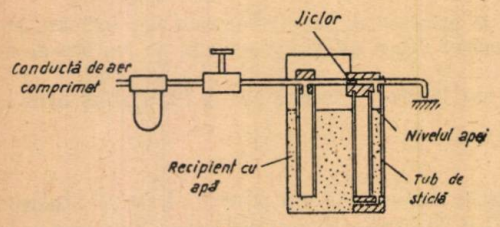


Fig. 2

o reacţiune mai lentă la dispozitivele automate.

Aparatele de presiune înaltă au un regulator de presiune mecanic, în locul regulatorului hidraulic, iar manometrul cu lichid este înlocuit printr-un manometru cu element elastic (tub „Buordon"), după cum se vede în desenul schematic din fig. 3.

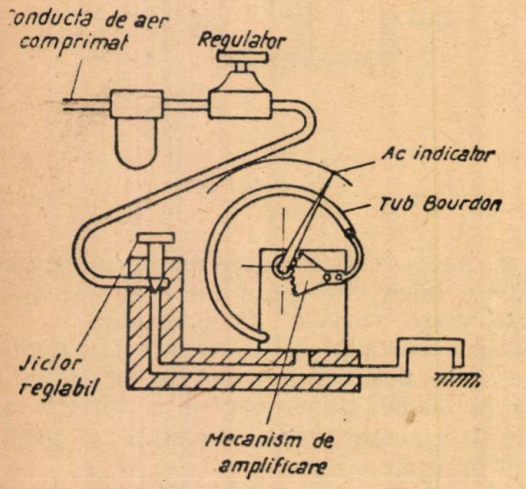


Fig. 3

Aceste aparate au avantajul că presiunea urmăreşte deaproape variaţia de dimensiune: aparatele nu sînt leneşe.

Aparate pneumatice bazate pe măsurarea debitului (fig. 4)

La acest gen de aparate, aerul cu o presiune constantă P, reglată la regulatorul de presiune B, trece printr-un tub de sticlă conic, montat cu diametrul mare în sus, în care pluteşte flotorul D, în curentul de aer ascendent.

De aici aerul trece mai departe la un cap măsurător, similar cu cel utilizat în celelalte sisteme.

Dacă, prin închiderea orificiului de ieşire F, aerul nu trece prin tubul C, flotorul cade la baza acestuia; cu cît distanţa δ dintre orificiu şi peretele piesei este mai mare, cu atît debitul

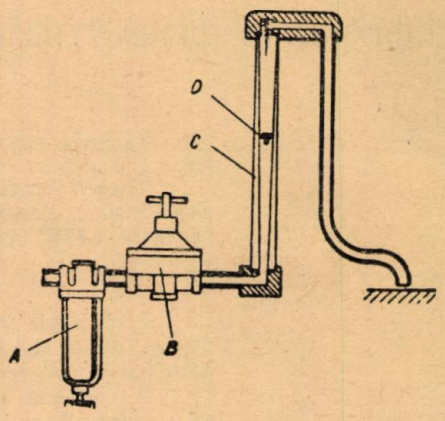


Fig. 4

de aer creşte şi cu atît flotorul se ridică mai sus. Alegînd bine conicitatea tubului, forma şi greutatea flotorului şi presiunea de intrare, P, se poate obţine ca pe porţiunea centrală a cursei sale, deplasările flotorului să fie foarte mari în raport cu deviaţiile jocului δ.

Domenii în care utilizarea micrometrului comparator pneumatic poate fi făcută cu succes.

În figurile ce urmează, se arată schematic multiplele posibilităţi pe care le are metoda pneumatică de măsurare a dimensiunilor.

— Cel mai răspîndit şi primul ca utilizare, îl reprezintă tamponul pneumatic, cu ajutorul căruia se pot verifica cu mare precizie alezajele de acelaşi diametru nominal. În cele ce urmează se arată schematic ce se poate face cu asemenea tampoane.

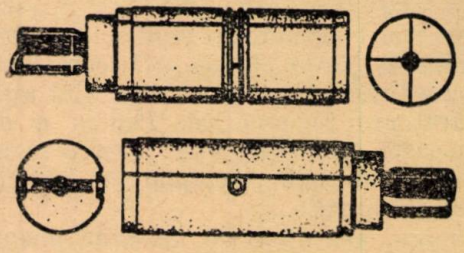


Fig. 5

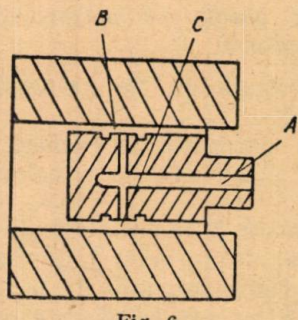


Fig. 6

În fig. 5 sînt date două forme constructive de tampoane. În fig. 6 se arată modul de funcţionare al lor. Aerul comprimat, care vine de la camera de măsurare sau de la tubul conic cu flotor, intră prin A şi iese prin cele două orificii opuse B şi C. Dependent de jocul dintre aceste orificii şi alezajul controlat, presiunea indicată va fi

mai mică sau mai mare şi va putea fi citită, în microni sau în sutimi de milimetri, ca abatere de la diametrul unui inel calibrat de dimensiune cunoscută anterior, pe scara gradată corespunzătoare.

În fig. 7 se vede un tampon pentru alezaje de diametru mai mare, în care jicloarele sînt montate separat.

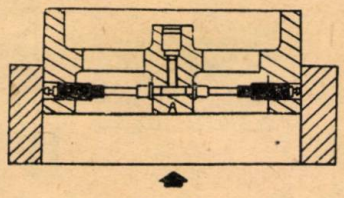


Fig. 7

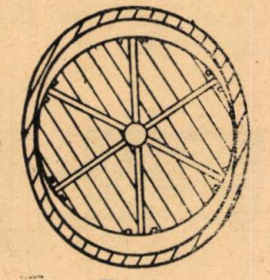


Fig. 8

În fig. 8 este reprezentat în secţiune un tampon pneumatic cu ajutorul căruia se măsoară diametrul mediu al unui alezaj, prin prevederea a şase orificii dispuse la cîte 60°.

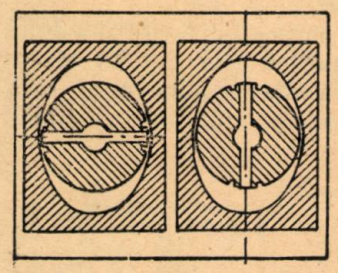


Fig. 9

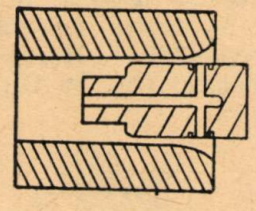


Fig. 10

Fig. 9. arată că, cu ajutorul tamponului din fig. 6, se poate verifica foarte bine ovalitatea alezajului supus controlului.

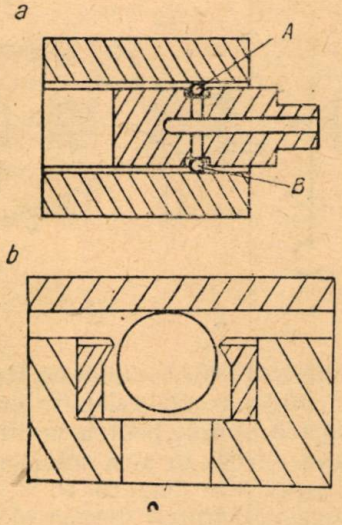


Fig. 11

Din fig. 10 se vede că cu acelaşi tampon se verifică dacă la gura alezajului nu există o lărgire.

În cazul suprafeţelor poroase, sau care au netezimea suprafeţei mai scăzută, se folosesc tampoane cu bilă (fig. 11).

După cum se vede din fig. 11-a, tampoanele cu bilă corespund ca construcţie celor din fig. 5 şi 6, dar obturarea orificiilor se face de două bile A şi B, a căror asamblare se vede la o scară mărită în fig. 11-b. Acelaşi gen de tampoane se folosesc pentru măsurarea de alezaje în porţiuni înguste, inelare, (fig. 12) sau pentru măsurarea la gura alezajului (fig. 13).

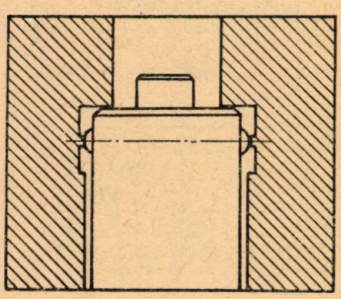


Fig. 12

Pentru măsurarea diametrelor exterioare există potcoave-calibru ajustabile, prin deplasarea nicovalei. Reglarea se face cu o piesă a cărui diametru a fost stabilit anterior şi foarte precis. Principiul este dat în fig. 14-a şi 14-b.

O utilizare foarte avantajoasă poate avea micrometrul pneumatic la măsurarea alezajelor prin dispozitive comparatoare de interior după schiţa din fig. 15.

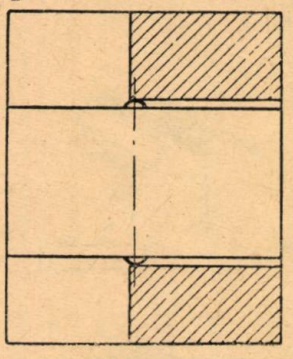


Fig. 13

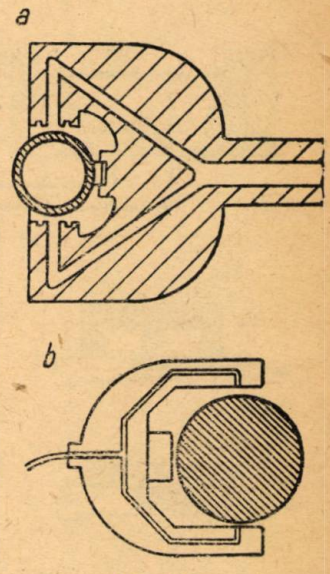


Fig. 14

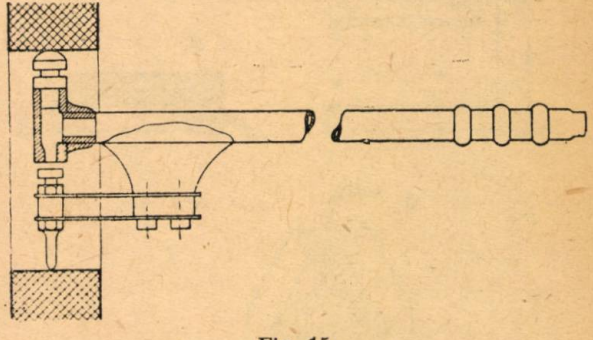


Fig. 15

Unul dintre foarte importantele domenii de utilizare ale capetelor micrometrice pneumatice îl reprezintă măsurarea abaterilor de la forma

geometrică și de la poziția reciprocă a suprafețelor tehnice.

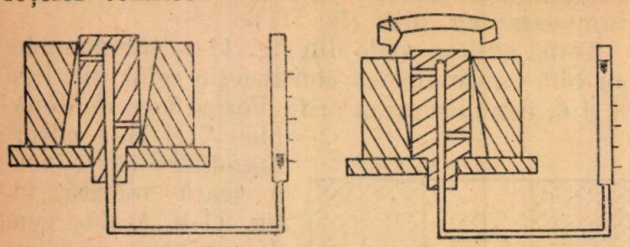


Fig. 16

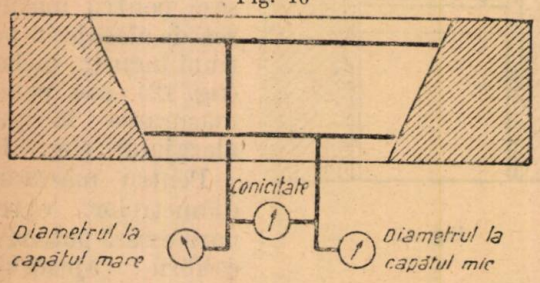


Fig. 17

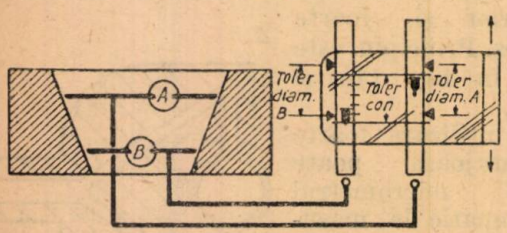


Fig. 18

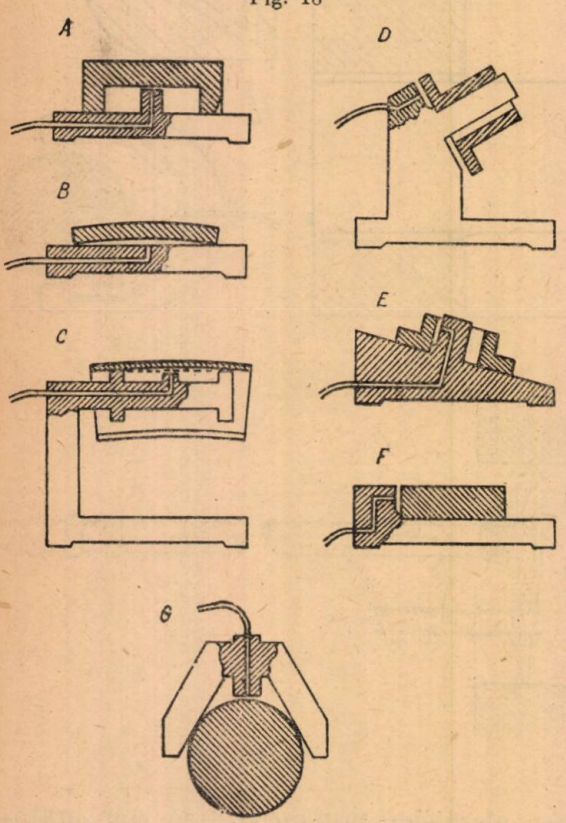


Fig. 19

Astfel în fig. 16 se vede cum se poate măsura lipsa de perpendicularitate a axei unui alezaj pe fețele frontale ale piesei.

Tamponul are cele două orificii plasate alternativ unul sus și altul în direcție opusă, jos.

Fig. 17 și 18 arată două principii pentru măsurarea conicității alezajelor, la calibrele conice.

Fig. 19 A-G arată schematic o serie de dispozitive :

— pentru măsurarea planității fundului unui alezaj înfundat (fig. 19 A) și a unei plăci (fig. 19 B),

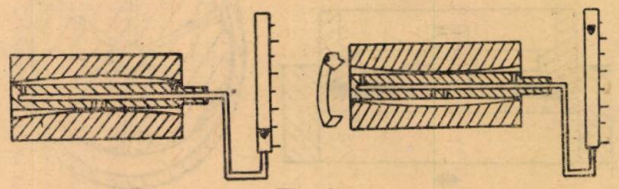


Fig. 20

— pentru măsurarea rectilinității axei alezajului unei piese alezate cu pereți subțiri (fig. 19 C),

— pentru stablirea abaterii de la perpendicularitatea axei unui racord față de fața frontală a flanșei (fig. 19 D și E),

— pentru stabilirea perpendicularității a două fețe la o piesă prismatică (fig. 19 F) și,

— pentru măsurarea diametrelor mari și a ovalității acestora, cînd se folosește calibrul călăreț (fig. 19 G).

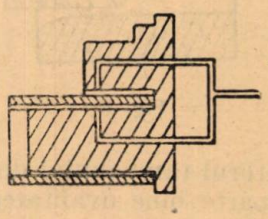


Fig. 21

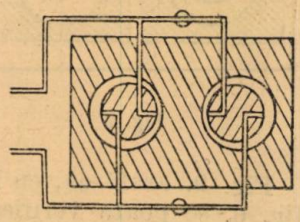


Fig. 22

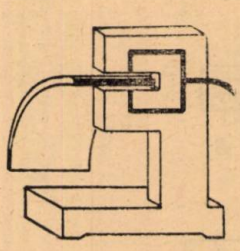


Fig. 23

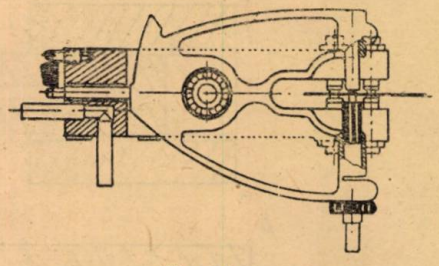


Fig. 24

Fig. 20 reprezintă un tampon cu trei orificii : unul central într-o parte, celelalte două la capete și în partea opusă, pentru verificarea alezajelor cu axa curbă, în altă soluționare decît cea schematizată din fig. 19 C.

Pentru concentricitatea diametrelor exterior și interior a unei piese alezate cu pereți subțiri, se folosește dispozitivul din fig. 21.

Verificarea distanțelor dintre centrele a două alezaje de pe același carter se face cu dispozitivul indicat schematic în fig. 22.

Paralelismul axelor la alezajele unei biele se verifică foarte exact tot cu ajutorul dispozitivului schițat principial în fig. 22.

Una dintre utilizările foarte importante ale micrometrelor pneumatice o reprezintă măsurarea continuă a platbandelor în timpul laminării sau „tragerii" (fig. 23 și 24).

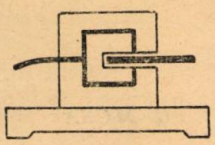


Fig. 25

Cu ajutorul unui cap măsurător de genul celui schițat în fig. 25 se pot face comparări de cale plan-paralele cu o eroare de justețe de ± 0,025μ. Avantajul este o completă lipsă de uzură a calelor cu ocazia verificării.

Cel mai bun randament dă această metodă la verificare simultană a mai multor dimen-

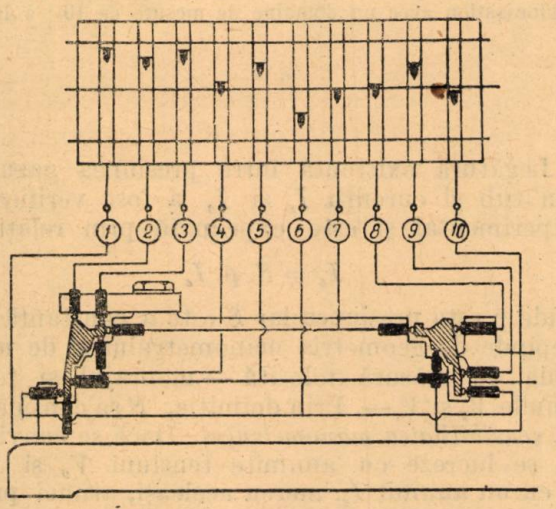


Fig. 26

siuni ale unei piese de ex.: ale unei coroane; prin rotirea acesteia în jurul axei verticale se pot stabili și ovalitățile diametrelor.

Nu se poate încheia această înșiruire, fără a se arăta că metoda de control pneumatic se pretează foarte bine la măsurarea dimensiunii piesei în timpul așchierii (fig. 27). Aceeași metodă poate fi dezvoltată pentru reglarea complet automată a mașinilor unelte, pe baza măsurării dimensiunilor.

Tot pentru fabricație de mare serie există mașini complet automate pentru controlul pieselor și altele pentru trierea acestora pe dimensiuni (bile, role, inele de rulmenți etc).

Aplicațiile micrometrelor pneumatice se extind și la alte domenii, care nu pot fi cuprinse într-un singur articol de revistă.

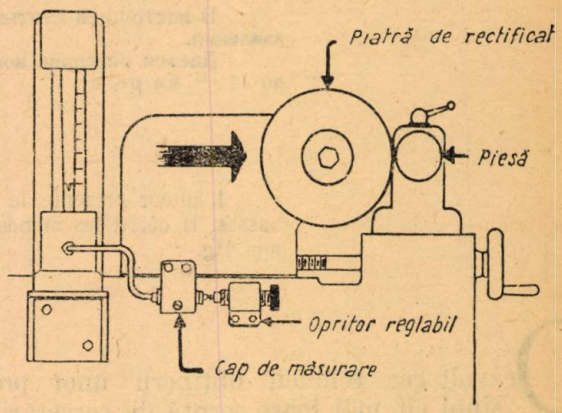


Fig. 27

Încheiem acest articol, în speranța că s-a putut demonstra necesitatea de a se proiecta și fabrica acest tip de aparat comparator, cu multiple capete măsurătoare care pot răspunde la foarte multe din necesitățile întreprinderilor constructoare de mașini din țara noastră.

BIBLIOGRAFIE

— *I. G. Gorodeţki* și *P. M. Polianţki*: Folosirea metodelor pneumatice de control în construcția de mașini (Moscova 1949, Maşghiz).

— *Gedeon I.*: Dezvoltarea aparatelor de măsurat pneumatice. Rev. „Mérés és Automatika" 1955 nr. 10 pp. 301... 311.

— *N.P.L. Anglia*: Simpozion pentru metrologia tehnică dimensională (vol. I pp. 205...288): controlul pneumatic.

Manometre de ionizare pentru măsurarea vidului înaintat

G. MUSA

В настоящей статье автор описывает способ измерения низких и весьма низких давлений.

Дается описание ионизационного манометров с диапазоном измерений от 10^{-3} до 11^{-11} мм рт. ст.

★

L'auteur présente la méthode employée pour mesurer les pressions basses et très basses. Il décrit les manomètres d'ionisation avec un domaine de mesure de 10^{-3} à 10^{-11} mm Hg.

Dezvoltarea tehnicii obținerii unor presiuni cît mai joase cerută de cercetările moderne, a fost însoțită în mod implicit de metode noi de măsurare.

Articolul de față prezintă metodele de măsurare a vidului înaintat și foarte înaintat cu ajutorul manometrului de ionizare Buckley-Dushman și manometrului de ionizare Bayard-Alpert și o variantă a acestuia din urmă.

Principiul de funcționare a manometrelor de ionizare

Cu ajutorul schemei alăturate (fig. 1) care nu reprezintă altceva decît o triodă se poate înțelege ușor principiul de funcționare. Electronii emiși de filamentul incandescent F, sînt accelerați de către grila G, care are un potențial pozitiv V_g față de filament și sînt colectați de colectorul C. Curentul de grilă I_e este o măsură a numărului de electroni ce cad pe grilă în unitatea de timp. Electronii accelerați de potențialul V_g au o energie eV_g și dacă această energie este mai mare decît energia de ionizare a gazului aflat în tubul triodei, atunci la ciocnirea lor cu moleculele gazului sînt capabile să le ionizeze. Numărul ionilor formați astfel va depinde de numărul de electroni — deci de I_e — și de densitatea moleculelor de gaz din tub — deci de presiune. Dacă pe colectorul C se aplică o tensiune negativă față de filamentul V_c, aceasta strînge ionii pozitivi și curentul de colector I_c va fi o măsură a presiunii gazului.

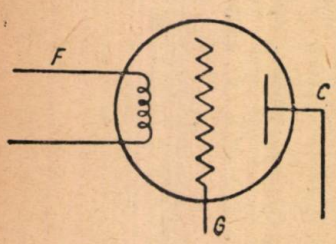


Fig. 1

Legătura existentă între presiunea gazului din tub și curenții I_e și I_c a fost verificată experimental și este exprimată prin relația:

$$I_c = S.\,p.\,I_e$$

unde p este presiunea iar S este o constantă ce depinde de geometria manometrului și de metoda de măsură folosită — montajul și tensiunile V_g și V_c—. Prin definiție, S se consideră ca *sensibilitatea manometrului*. Dacă se convine să se lucreze cu anumite tensiuni V_g și V_c și cu un anumit I_e, mereu aceleași, atunci presiunea este dată de relația simplă

$$p = K.I_c$$

unde K este o constantă ce depinde numai de geometria manometrului.

Manometrul Buckley-Dushman

Un manometru care să corespundă principiilor de funcționare de mai sus a fost realizat de Buckley și mai tîrziu de Dushman. In fig. 2 se arată schematic construcția sa. Un picior de sticlă este străbătut de cinci fire metalice.

Pe două fire (a, b) este fixat un filament în formă de V, susținut la vîrf de un fir lateral (c) cu un mic arc. Grila de forma unei spirale este susținută la capetele ei de celelalte două fire rămase (d, e) astfel ca filamentul să se afle în în interiorul grilei. Firele folosite sînt din wolfram de $\Phi = 0{,}12$ mm. pentru filamentul care are o lungime totală de 8—10 cm., și din wolfram de $\Phi = 0{,}2$ mm. pentru grila care are o lungime de aproximativ 4—5 cm. după spiralare, fiind format din aproximativ 7—9 spire cu diametrul de 1 cm.

Colectorul C este un cilindru prins de capătul celălalt al tubului prin intermediul unui fir f ce străbate partea superioară a tubului. Colectorul are o înălțime astfel ca să cuprindă grila

în interior şi un diametru de 3—4 cm. In partea de jos tubul mai are o ramificaţie laterală cu ajutorul căreia manometrul poate fi pus în comunicaţie cu instalaţia a cărei vid trebuie măsurat.

Manometrul construit de Dushman avea spre deosebire de acesta şi firul emiţător (filamentul) spiralat.

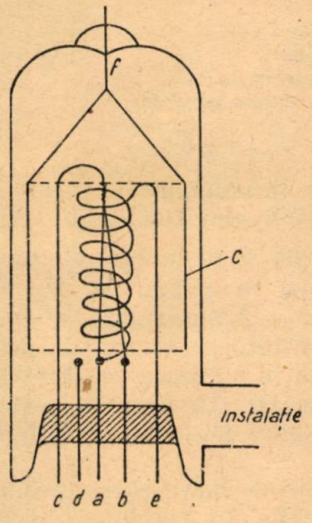


Fig. 2

O altă variantă a manometrului de mai sus foloseşte drept colector C chiar peretele tubului pe care s-a depus în dreptul grilei un strat fin de platină, aşa cum se vede în fig. 3. Contactul la colector se face prin intermediul unei treceri, al cărui fir, în partea interioară a tubului este îndoit paralel cu tubul şi îngropat în sticlă, pînă ce ajunge la acelaşi nivel cu suprafaţa internă a sticlei.

După cum se vede din descriere, simetria manometrelor este cilindrică. In secţiune transversală, manometrul ar fi schematic reprezentat ca în fig. 4, energia potenţială a electronilor după poziţie, fiind reprezentată în fig. 5. După cum se vede din această figură, electronii emişi de filament sînt accelerați spre grilă, trec în majoritatea lor şi dincolo de grilă, unde întîlnind un potenţial frînător, sînt întorşi din drum, fiind accelerați în sens invers, trec iarăşi dincolo de grilă şi execută astfel o serie de oscilaţii, pînă sînt „prinşi" de grilă. In drumul lor, electronii întîlnind moleculele de gaz, produc ionizarea lor. Ionii produşi în spaţiul colector — grilă, sînt strînşi de colectorul C, în timp ce ionii pozitivi produşi în spaţiul filament-grilă, nu pot ajunge la colector şi revin la filament.

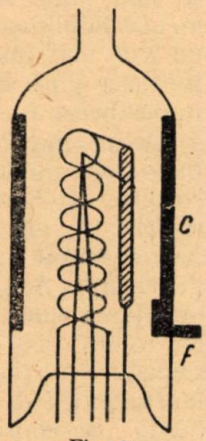


Fig. 3

Faptul că o parte din ionii produşi scapă măsurării, nu alterează măsurarea, deoarece numărul de ioni ce cad pe filament, constituie mereu o aceeaşi parte din numărul total de ioni, şi duc numai la scăderea sensibilităţii, I_c fiind micşorat. De asemenea nici curentul de ioni la filament nu alterează măsurarea — prin modificarea lui I_e — deoarece este neglijabil faţă de I_e.

Există două montaje de lucru pentru manometrele de ionizare : *a*. Electrodul din mijloc al triodei este folosit drept colector de ioni (fig. 6-a). *b*. Electrodul din exterior al triodei este folosit drept colector (fig. 6 — *b*).

Schemele de lucru arătate în fig. 6 au fost încercate de către Dushman.

Tensiunile de lucru au fost alese astfel ca sensibilitatea să fie maximă, adică la o presiune dată şi pentru un I_e dat, I_c să fie maxim. In

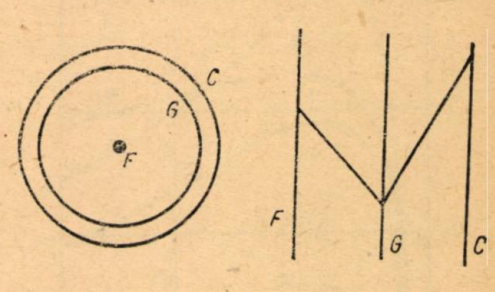


Fig. 4 şi 5

alegerea tensiunii de grilă, — V_g — s-a ţinut cont de probabilitatea de ionizare a diferitelor gaze pentru diverse energii ale electronilor — eV_g —. Din studiul curbelor „probabilitate de ionizare în funcţie de energia electronilor" (fig. 7) s-a observat că probabilitatea de ionizare este maximă la majoritatea gazelor, pentru tensiuni de accelerare V_g cuprinse între 100—200 de volţi.

Dushman a trasat curba I_c în funcţie de tensiunea de colector, pentru I_e şi p constante şi a constatat că pentru o tensiune negativă faţă de filament, pînă la 20V există o variaţie neglijabilă a lui I_c. De aceea a ales —20 V drept tensiune de lucru.

Pentru a determina sensibilitatea manometrului în cele două montaje de lucru *a* şi *b*,

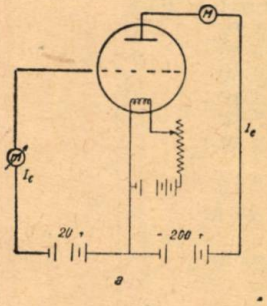


Fig. 6 a

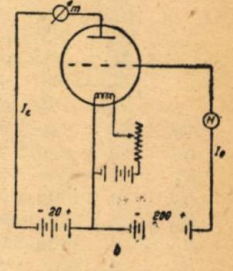


Fig. 6 b

s-au trasat la fiecare curbele I_c în funcţie de I_e la tensiuni constante şi presiune constantă, variind numai curentul de încălzire al filamentului. Deoarece

$$I_c = S.p.I_e$$

se vede că din panta dreptelor se poate deduce care din montaje dă o sensibilitate mai mare. S-a constatat că montajul *b* este mai convenabil datorită oscilaţiilor ce le execută electronul în apropierea grilei în acest montaj.

In montajul *b* folosit în cazurile practice de măsurare, se poate înlocui încălzirea prin curent alternativ.

„M" este un miliamperometru cu scara de 10 mA., iar „m" este un galvanometru de sensibilitate în jurul lui 10^{-8} A/div., cu scală variabilă.

Pentru operativitate și comoditate e mai convenabilă întrebuințarea unui montaj tip,

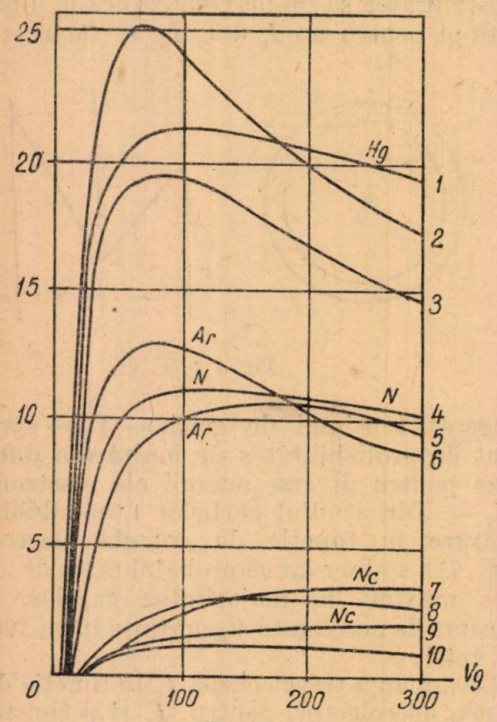


Fig. 7

aranjat pe un soclu, prevăzut cu redresoare și amplificatoare de curent continuu, cu o alimentare de la rețeaua de curent alternativ.

In fig. 8 *a* se vede schema de montaj dată de Lafferty avînd următoarele date :

C_1 = 30 μfd electrolitic 450V
C_2 = 30 μfd electrolitic 450V
R_1 = 3 ohm 5 W
R_2 = 2,25 ohm 5 W
R_3 = 2,5 ohm 2 W
R_4 = 40 ohm 2 W
R_5 = 950 ohm 2 W
R_6 = 20 ohm 2 W
R_7 = 38 ohm 2W
R_8 = 10 ohm 2W
R_9 = 5 ohm 4W — cu fir
R_{10} = 10 ohm 2W
R_{11} = 25 ohm 4W — cu fir
R_{12} = 2 ohm 2W
R_{13} = 2 ohm 1W
R_{14} = 2 Mohm 1W — valoare precisă
R_{15} = 20 ohm 1W — cu fir, valoare precisă
R_{16} = 200 ohm 1W — cu fir, valoare precisă
R_{17} — 2 Mohm 2 W cu fir, valoarea precisă

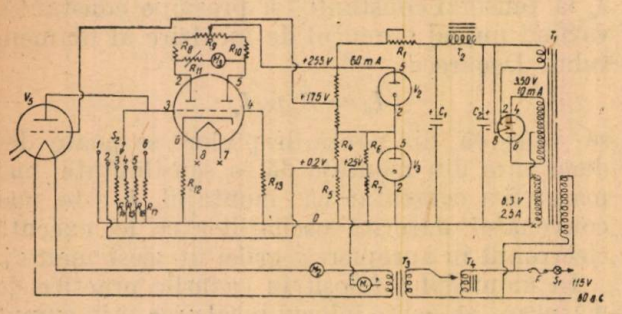


Fig. 8 a

T_1 = transformator
T_2 = șoc de filtraj 10 Henry 110 mA
T_3 = transformator ptr. filament — 5V — 4A.
T_4 = variac 1A
V_1 = 5U4 — G lampă redresoare
V_2 = VR — 150 — 30 lampă stabilovolt
V_3 = VR — 105 — 30 lampă stabilovolt
V_4 = 6SC7 dublă triodă
V_5 = manometru
F = siguranță fuzibilă 3A
S_1 și S_2 = întrerupătoare
M_1, M_2 și M_3 = aparate de măsură
M_1 = scala 0 — 10 mA curent continuu
M_2 = scala 0 — 5 A curent alternativ
M_3 = scala 0 — 50 μA curent continuu

Limitele de funcționare ale manometrului Bucley-Dushman

Dacă se trasează curba I_c în funcție de presiune, conform relației $p = KI_c$, la V_g, V_c — tensiunea la colector — I_e constante, se constată că linearitatea arătată de relația de mai sus nu se mai păstrează în regiunea presiunilor mai mari de 10^{-3} mm Hg. In plus, la astfel de presiuni începe să apară pericolul de ardere al filamentului.

Cu alte cuvinte, limita de lucru către presiunile mari este 10^{-3} mmHg. In privința limitei către presiunile mici s-a constatat că manometrul nu măsoară presiuni mai mici de 10^{-8} mm Hg.

Apker, în 1948 a propus o metodă de măsurare a presiunilor mai joase decît 10^{-8} mm Hg cu ajutorul manometrului Buckley-Dushman prin metoda „filamentului încălzit". In tubul manometrului, în afara filamentului existent, se mai pune un filament de tungsten. Filamentul suplimentar, atunci cînd trebuie măsurat un vid mai înaintat decît 10^{-8} mm Hg., se încălzea pînă la 1250°K, și după un timp se oprea brusc încălzirea lăsîndu-l să se răcească. După un timp de răcire Δt filamentul se încălzea brusc, obținîndu-se astfel, datorită gazelor adsorbite de filamentul suplimentar în timpul răcirii, un vid mai „prost", care putea fi însă măsurat cu manometrul. Există un timp de răcire $(\Delta t)_M$ pentru care presiunea, după degajarea gazelor, e maximă. Pentru timpuri de răcire mai mari ca $(\Delta t)_M$ presiunea, la reîncălzirea filamentului suplimentar, diferă foarte puțin de presiunea obținută la o răcire $(\Delta t)_M$. Se consideră $(\Delta t)_M$ ca timpul necesar pentru ca suprafața filamentului de tungsten să se acopere cu un monostrat de gaz și că mai mult decît atît nu poate adsorbi.

Din teoria cinetică a gazelor, se poate calcula presiunea, pentru care suprafața cunoscută a filamentului se acoperă cu un monostrat de molecule sau atomi de gaz rezidual.

Justețea metodei se poate verifica ușor lucrînd în domeniul de presiuni măsurabile. Astfel la presiunea de 10^{-7} mm Hg, — de exemplu — se determină $(\Delta t)_M$ și calculînd presiunea, din teoria cinetică se obține 10^{-7} mm Hg. în concordanță deci cu presiunea măsurată.

Pe această cale s-au putut măsura presiuni sub 10^{-8} mm Hg, deși manometrul de ionizare nu măsoară mai mult de 10^{-8} mm Hg.

In 1947 Nottingham a emis ipoteza că există un curent la colectorul de ioni, independent de presiune, care ar lua naștere datorită razelor X ce „cad" pe colector și scot electroni, ceea ce echivalează cu un curent de ioni pozitivi pe colector. Astfel de raze X iau naștere în urma frînării electronilor, a ccelerați la 200V, de către grilă.

Verificarea ipotezei lui Nottingham se poate face trasînd curba I_c în funcție de V_g. Curbele obținute pentru presiuni cu mult mai mari ca

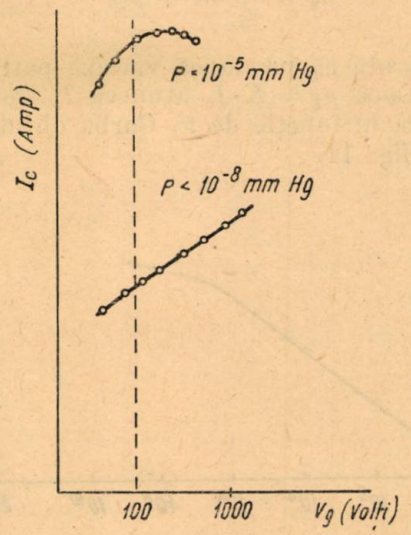


Fig. 8 b

10^{-8} mm Hg, au o formă asemănătoare curbelor „probabilitate de ionizare" din fig. 7. La presiuni mai mici ca 10^{-8} mm Hg, manometrul indică constant 10^{-8} mm Hg, curba este liniară. Linearitatea poate fi explicată cu ajutorul ipotezei lui Nottingham.

In domeniul intermediar 10^{-8} —10^{-7} mm Hg., se obține o suprapunere de două curbe : una în genul celei a probabilității și alta liniară datorită efectului de raze X — vezi fig. 8b. Efectul de raze X fiind mult mai mic, nu apare în domeniul de presiuni 10^{-6} mmHg unde curentul la colector este destul de mare. La presiuni sub 10^{-8} mm Hg., efectul de raze X dă un curent mult mai mare decît cel datorit ionizării așa încît acesta din urmă este neglijabil în raport cu primul.

Deci limita de lucru a manometrului Buckley-Dushman este 10^{-8} mm Hg.

Cunoscîndu-se cauza limitării domeniului de măsurare la manometrele de ionizare s-a putut trece la crearea unui manometru cu limită superioară, satisfăcătoare cerințelor actuale ale tehnicii vidului.

Manometrul de ionizare Bayard-Alpert

Pentru a obține o limită superioară în ceea ce privește măsurarea vidului, trebuie înlăturat pe cît posibil curentul suplimentar care apărea datorită razelor X. Pentru aceasta e suficient ca unghiul solid prezentat razelor X, de către colector, să fie cît mai mic astfel ca să fie minimă probabilitatea de „cădere" a razelor X de colector.

Bayard și Alpert au modificat în acest scop manometrul de ionizare Dushman introducînd colectorul în centrul grilei iar filamentul montîndu-l în exterior. Pentru a scădea și mai mult unghiul solid prezentat razelor X, colectorul era făcut dintr-un fir foarte subțire, care însă trebuia să prezinte o suficientă rezistență mecanică pentru a nu se rupe și să nu aibe o amplitudine prea mare de mișcare care ar duce la atingerea grilei. Construcția manometrului este arătată în fig. 9. Se compune din : un suport de sticlă străbătut de 6 fire. Patru din acestea, cele laterale sînt pentru două filamente (al doilea filament este rezervă și eventual poate fi folosit la măsurători prin metoda „filament încălzit"). Filamentele sînt făcute din wolfram spiralat cu $\Phi = 0{,}18$—$0{,}2$ mm și au o lungime după spiralare de 4—5 cm. Grila e la fel ca la manometrele anterioare și se prinde la celelalte două fire. Colectorul este un fir central, cu diametrul de 0,1 mm prins de capătul celălalt al tubului de sticlă legat de un alt fir — trecere prin intermediul unei bucăți de tantal. In jurul acestui fir de trecere pînă dincolo de locul de lipire al colectorului, există o apărătoare de sticlă care ferește căderea razelor X pe această regiune ce prezintă un unghi solid mult mai mare decît colectorul.

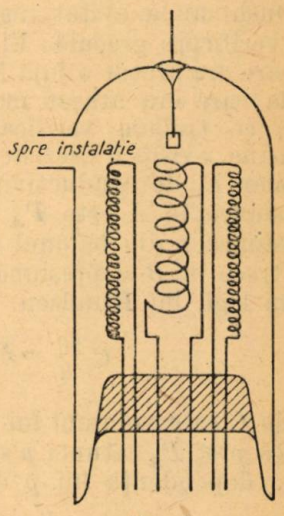


Fig. 9

Un avantaj al acestui manometru față de cele anterioare constă în eficiența mult mai ridicată în ceea ce privește ionizarea. La volume egale de ionizare — volum cuprins între colector și grilă — la manometrul Alpert se creează mai mulți ioni decît la manometrul Dushman pentru același I_e și V_g. Acest lucru se datorește faptului că raza colectorului fiind mică și potențialul avînd o distribuție logaritmică, energia electronului care pătrunde în acest interval, scade cu 50 eV numai în imediata apropiere a colectorului, volumul neeficient — în care nu au loc ionizări — fiind de 1% din volumul dintre grilă și colector. Montajul de măsurare este același ca și cel folosit la manometrul obișnuit, tensiunile aplicate fiind : $V_g = 200$ V și $V_c = -20$ V.

Linearitatea manometrelor de ionizare

S-a amintit mai sus că relația dintre presiunea din tub și curentul la colector I_c cînd I_e, V_g și V_c sînt date, este lineară :

$$p = K.I_c$$

Această relație pentru a putea fi admisă trebuic verificată în întreg domeniul de măsură 10^{-3}... 10^{-8} mm Hg în cazul Buckley-Dushman și 10^{-3}...10^{-11} mm Hg în cazul Bayard-Alpert. Pentru verificare trebuia trasată curba $p = K.I_c$ unde p trebuia citit cu un manometru etalon, iar I_c măsurat la manometru pentru V_g, V_c și I_e constante.

Dushman a evitat ingenios această metodă de verificare greoaie. El a luat un balon A, la care era atașat o jojă McLeod (j) și un balon B la care era atașat manometrul de ionizare (M) ce trebuia verificat. Intre aceste două baloane, există o „rezistență" la scurgere — un capilar E_1 de conductivitate F (fig. 10). Dacă presiunea în A este P_A mult mai mare decît presiunea p din balonul B, atunci gazul din A va trece în B și presiunea în B va crește conform legii lui Knudsen.

$$C\frac{dp}{dt} = F.(P_A - p)$$

unde C este volumul lui B și al manometrului. Dacă $p \ll P_A$ atunci p se poate neglija față de P_A, dependența lui p de timp fiind lineară :

$$p = \frac{F}{C} P_A t + p_0$$

Dacă $p = KI_c$ atunci înlocuind avem

$$K.I_c = \frac{F}{C} P_A t + p_0$$

de unde rezultă că și I_c trebuie să varieze linear cu timpul. S-a măsurat I_c în funcție de t și s-a obținut drept curbă reprezentativă o dreaptă. Se vede că McLeod-ul nu e necesar decît pentru măsurarea presiunii P_A care să asigure debitul necesar de gaz.

Aceeași metodă a fost folosită pentru a verifica linearitatea manometrului Bayard-Alpert. Dar pentru a verifica domeniul 10^{-9} — 10^{-8} mmHg., conductivitatea F_1 trebuie să fie foarte mică : 5.10^{-10} mmHg pe minut — ceea ce necesită trei zile pentru cuprinderea întregului domeniu de măsură, adică pînă la presiunea de 10^{-3} mm Hg. Pentru a înlătura această dificultate, s-a pus în continuarea primului manometru Bayard-Alpert încă un balon C cu un al doilea manometru Bayard-Alpert și o nouă „rezistență" de conductivitate F_2 așa cum se vede în fig. 10. In balonul B presiunea va varia linear așa cum s-a arătat mai sus.

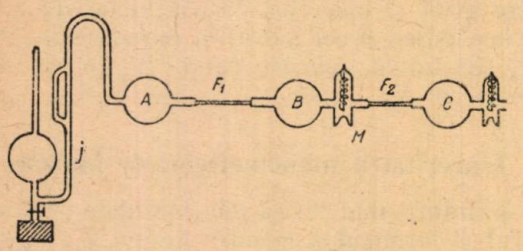


Fig. 10

$$p_1 = at + p_{10}$$

unde p_{10} este presiunea în B la începerea experienței. Variația de presiune în balonul C va fi dată de legea lui Knudsen :

$$\frac{dp_2}{dt} = \frac{F_2 p_1}{V_2} = \frac{F_2}{V_2}(at + p_{10})$$

Pentru t mari p_{10} este neglijabil față de $a \cdot t$ și atunci :

$$p_2 = \frac{F_2}{V_2} at^2 + p_{20}$$

ceea ce arată că presiunea variază patratic cu timpul. Dacă $p_2 = K \cdot I_c$ atuncea I_c trebuie să fie lineară în funcție de t^2. Curba obținută se vede în fig. 11.

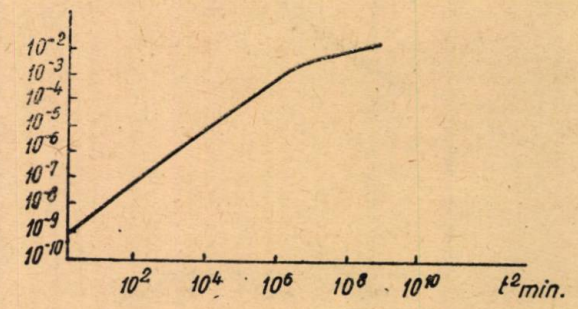


Fig. 11

Etalonarea manometrelor

Linearitatea manometrelor de ionizare ($p = K.I_c$) permite o etalonare relativ ușoară deoarece e suficient să determinăm p cu un manometru etalon și să citim I_c, pentru a determina K. Operația constă deci într-o singură determinare. Pentru siguranță se pot face două, trei determinări. Etalonarea decurge în modul următor : la instalația de vid se leagă la) manometrul de etalonat împreună cu manometrul etalon, cît mai aproape unul de celălalt. Ca manometru etalon se poate folosi un alt manometru de ionizare de constantă K cunoscută sau o jojă McLeod. In cazul cînd avem de-aface cu o jojă McLeod, între jojă și manometrul de ionizare, se pune o capcană cu aer lichid sau azot lichid atît pentru a opri intrarea mercurului în manometrul de ionizare, cît și pentru a evita erorile ce ar proveni datorită faptului că joja McLeod nu măsoară tensiunea de vapori a gazelor condensabile la temperatura de lucru. După lipirea celor două manometre se dă drumul la instalația de vid și după ce pompele de difuzie au intrat în regim normal, încep operațiile de degazare. Prima degazare este cea a sticlei, manometrul fiind încălzit în acest scop într-un cuptor special la 430°—470°C timp de 2—3 ore. Inainte de a se opri cuptorul, se răcește capcana cu aer lichid sau azot lichid. După scoaterea din cuptor, urmează degazarea părților metalice, atenția principală fiind concentrată asupra filamentelor. Degazarea fila-

mentului și grilei se face prin încălzirea lor cu curent electric, grila pînă la roșu iar filamentul la incandescență (amperaj corespunzător amperajului de lucru) timp de o oră.

Degazările sînt necesare deoarece la încălzire — datorită filamentului incandescent — gazele adsorbite sau diverse substanțe condensate pe pereții de sticlă, pe grilă, sau pe filament, încep să se degaje ducînd la o presiune în manometrul de ionizare mult diferită de cea din manometrul etalon. In cazul cînd drept etalon se întrebuințează tot un manometru de ionizare trebuiesc executate aceleași degazări și la acesta.

După terminarea degazărilor se trece la etalonare. Tot timpul filamentul rămîne prins la un curent de încălzire corespunzător unui I_e ales — de obicei 5 mA —. Pentru măsurare se aplică tensiunea V_g citindu-se în același timp I_c și p. Filamentul, înainte de măsurătoare, trebuie să stea un timp pentru a degaja gazele adsorbite în timpul opririi curentului de încălzire.

Modul de lucru cu manometrul de ionizare

Experiența îndelungată în domeniul tehnici vidului, a arătat că pentru atingerea unui vid cît mai bun, sînt necesare degazări atît a pereților de sticlă cît și a părților metalice din tuburi, degazări a căror durată depinde de vidul care trebuie atins. Degazările ce trebuiesc făcute au fost descrise mai sus. In plus trebuie executată degazarea colectorului care se face la ambele manometre prin bombardament electronic. In fig. 12 este dat montajul pentru bombardament electronic al colectorului la manometrul Bayard-Alpert.

Colectorul la manometrul Dushman se poate degaza și cu o bobină de înaltă frecvență.

Timpul de măsurare trebuie să fie scurt, — în special la manometrul Bayard-Alpert, deoarece acest manometru funcționează și ca pompă de vid și dacă se lasă un timp mai îndelungat în funcțiune, atunci se creează un gradient de presiune, presiunea din manometru nefiind aceeași cu presiunea din tubul care ne interesează.

Limita de lucru a manometrului Bayard-Alpert

Ca și în cazul manometrului Buckley-Dushman, trasînd curba $p = K \cdot I_c$, curba ce se vede de altfel în fig. 11 s-a găsit că 10^{-3} mm Hg este presiunea maximă ce poate fi măsurată cu astfel de manometru.

Pentru a stabili limita pentru presiuni mici s-au trasat curbe I_c în funcție de V_g la I_e și V_c constante, pentru diverse presiuni. Din curbele arătate în fig. 13 se vede că la presiuni de ordinul 10^{-9} mm Hg mai este predominant efectul de ionizare, curbele avînd aspectul curbelor „probabilitate de ionizare în funcție de energia electronilor" (fig. 7). La presiunea de 5.10^{-11} mm Hg începe să fie predominant efectul de raze X. Desigur mai sînt încă la dispoziție mijloace de a coborî această limită dată de razele X. Incercări de a atinge un vid mult mai înaintat, măsurat cu un manometru Bayard-Alpert, se opreau la o presiune de 4.10^{-11} mm Hg. Se părea că există o altă limitare a manometrului — sau a vidului — decît cea datorită razelor X.

S-au făcut experiențe cu un manometru „desprins" *) de la instalație, la un vid de 10^{-7} mm Hg. și în care s-a făcut vid în continuare pînă la 4.10^{-11} mm Hg cu un manometru Bayard-Alpert ce funcționa ca pompă. Oprindu-se vidarea, s-a măsurat presiunea din timp în timp. S-a constatat o creștere lineară a

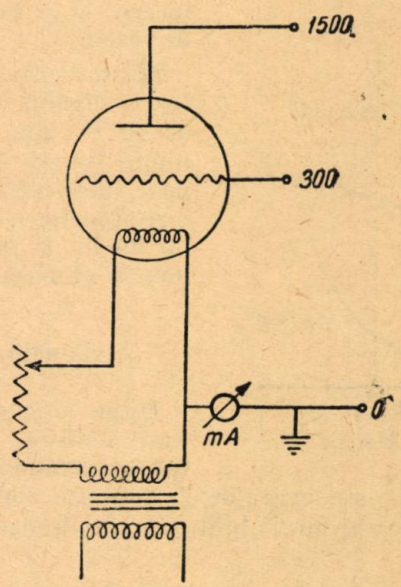


Fig. 12

presiunii în timp, cu o „viteză" constantă de $2{,}88.10^{-11}$ mm Hg/minut.

S-a emis ipoteza că s-ar produce o difuzie a unui gaz prin pereții de sticlă. Deoarece cu toate că presiunea crește, metoda filamentului încălzit —, nu arată vreo creștere, s-a presupus că acest gaz este un gaz nobil.

Pentru a verifica ipoteza emisă, un manometru „desprins" de la instalația de vid avînd o presiune de 4.10^{-11} mm Hg., a fost introdus într-un balon în care s-a făcut vid. Măsurînd din cînd în cînd vidul, în manometru s-a constatat că presiunea nu mai crește linear cu timpul ci tinde către o valoare de echilibru, așa cum se vede în fig. 14. Deci într-adevăr

*) Deoarece modul de atingere a vidului înaintat nu este subiectul articolului de față, relatăm că pentru a atinge un vid foarte înaintat tubul de experiențe și manometrul după ce au fost degazate în continuu timp de 5—10 zile, se desprind de la instalația de vid (la vid 10^{-7}) prin gîtuirea sticlei cu flacără de oxigen și apoi se continuă să se facă vid cu ajutorul manometrelor de ionizare Alpert care funcționează de data asta ca pompă de ionizare.

difuza un gaz prin pereții de sticlă. Presiunea de 4.10^{-11} mm Hg, era deci o presiune de echilibru între difuzia gazului și viteza de sugere (de pompare) a manometrului Bayard-Alpert. S-a găsit prin spectrografie de masă că gazul difuzat era Heliu.

Pentru a atinge presiuni mult mai joase, Varnerin și White au propus să se îmbrace manometrul Bayard-Alpert, cu încă o cămașă de sticlă, intervalul dintre pereții de sticlă fiind vidat.

Pentru a evita intrarea H_e prin tubul de legătură al manometrului la instalație, s-a făcut acest tub din Kovar iar pentru închiderea tubului s-a folosit un ventil metalic (fig. 15). Pentru a se putea lucra sînt evident necesare „treceri" de fire nu numai la manometru ci și la cămașa de sticlă.

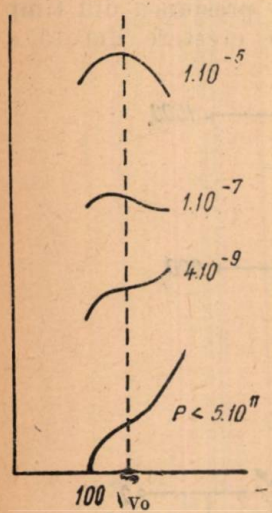


Fig. 13

Măsurătorile au arătat atingerea unui vid de 10^{-11} mm Hg. Sistemul totuși este incomod, deoarece necesită introducerea și a tubului de lucru într-o asemenea cămașă.

Concluzii

După cum s-a văzut mai înainte, sensibilitatea manometrului de ionizare este legată de I_c curentul de ioni care depinde de probabilitatea de ionizare. Cum probabilitatea de ionizare diferă de la gaz la gaz, rezultă că și sensibilitatea va diferi de la gaz la gaz. In cazul etalonării, obținem o sensibilitate valabilă numai pentru un amestec de gaze în procente determinate. Dar ulterior odată cu modificarea presiunii nu e de loc sigur că procentele de gaz rămîn aceleași.

Acest lucru constituie unul din dezavantagiile manometrelor de ionizare. In tabela I sînt date sensibilitățile relative a unei serii de gaze — raportate la cea a azotului —. După cum se vede aceste sensibilități nu diferă totuși prea mult între ele așa încît manometrele de ionizare pot fi folosite în măsurători cu destulă eficacitate.

Un al doilea dezavantaj constă în faptul că se lucrează cu filament incandescent ceea ce, la orice accident produs în instalație — (de ex. intrarea bruscă a aerului) — duce la arderea filamentului.

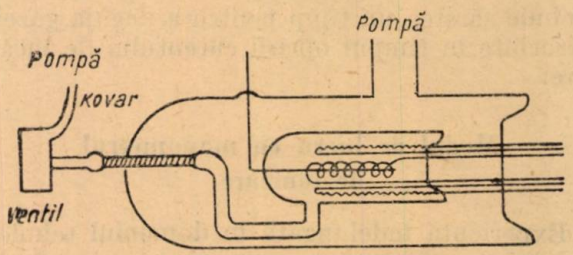


Fig. 15

Cu toate acestea, datorită ușurinței construcției și datorită simplității de măsurare, cît și domeniului larg de măsură pe care îl cuprind, manometrele de ionizare rămîn instrumentele preferate chiar în domeniul presiunilor în care există și alte tipuri de manometre.

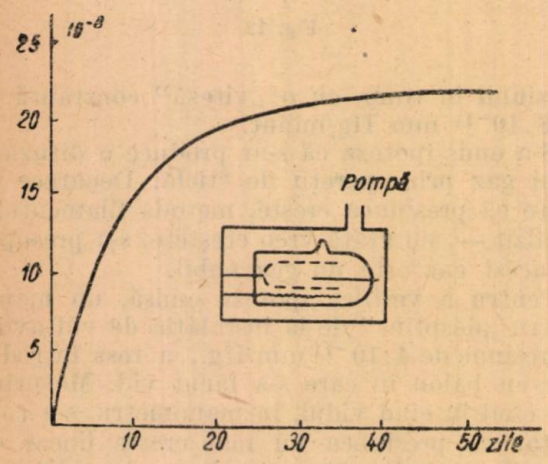


Fig. 14

Tabelul 1

Gaz	Dushman și Young	Wagner și Johnston
H_2	0,47	0,53
He	0,16	
Ne	0,24	
N_2	1	1
Ar	1,19	
CO		1,07
CO_2		1,37
H_2O		0,89
O_2		0,85
Kr	1,9	
Xe	2,7	
Hg	3,4	

Condiţiile de instalare şi folosire a pirometrelor în intreprinderi

Ing. T. HERLESCU

В настоящей статье автор рассматривает несколько встреченных им на производстве отрицательных примеров. Из последних делаются затеи выводы в связи с условиями в которых следует устанавливать и применять пирометеы на предприятиях, с целью ореспечения необходимой точности и правильного их применения.

★

Dans l'article qui suit, l'auteur analyse quelques exemples négatifs fournis par la pratique, dont il tire des conclusions relatives aux conditions dans lesquelles on doit monter et utiliser les pyromètres, pour obtenir la précision nécessaire et leur emploi judicieux dans les entreprises industrielles.

Dezvoltarea tehnicei în general şi în special perfecţionarea proceselor tehnologice pretind metode convenabile şi aparate de măsurat suficient de robuste, pentru a putea fi folosite la locurile de producţie şi totodată destul de precise pentru asigurarea controlului fabricaţiei şi a calităţii şi omogenităţii produselor. Cu excepţia cîtorva domenii speciale, tehnica măsurărilor posedă în prezent o gamă întreagă de aparate care satisfac aceste condiţiuni între limite acceptabile pentru nevoile industriei.

Situaţia constatată pe teren arată însă că, în domeniul pirometriei, răspîndirea aparatelor de măsurat precum şi gradul lor de folosire este foarte redus faţă de necesităţile industriei noastre. In multe cazuri, în procese tehnologice în care măsurarea temperaturii este obligatorie, locurile de măsurare nu sînt corect studiate şi ca atare nu sînt dotate cu pirometre. Uneori, chiar în cazurile unde există în exploatare pirometre, personalul din producţie se bazează prea puţin pe aceste măsurări în conducerea proceselor tehnologice.

La prima vedere s-ar putea presupune că această desconsiderare se datoreşte rutinei personalului din anumite unităţi productive de a aprecia temperaturile fără folosirea aparatelor de măsurat, ceea ce nu este deloc indicat deoarece pot rezulta de aici erori cu consecinţe grave. Rutina odată cîştigată, face să se uite prea repede faptul că în fond îşi datoreşte existenţa tot măsurărilor sau indicaţiunilor aparatelor de măsură. Cum însă în întreprinderile noastre de frunte chiar specialiştii rutinaţi pretind întreţinerea perfectă şi folosirea obligatorie a pirometrelor, cele cîteva cazuri izolate nu justifică această presupunere.

Problema este cu mult mai complexă, astfel încît în cele ce urmează vom analiza, cu ajutorul cîtorva exemple, condiţiile în care sînt instalate şi folosite pirometrele, pentru a putea trage apoi concluzii în vederea remedierii situaţiei constatate.

Determinarea industrială a temperaturilor este necesară pentru urmărirea proceselor siderurgice, controlarea tratamentelor termice, supravegherea instalaţiilor termice, controlul şi uneori automatizarea proceselor chimice ş.a.m.d. De obicei aceste măsurări se fac în mai multe puncte dispuse în de-a lungul procesului tehnologic, după anumite criterii stabilite pe baza caracteristicilor specifice de fabricaţie şi a condiţiunilor impuse de tehnica măsurărilor. Ca urmare, punctul de măsurare nu trebuie situat în locul cel mai favorabil dintr-un anumit punct de vedere ci, va reprezenta soluţia cea mai bună rezultată din analiza completă a situaţiei şi a scopului urmărit.

In mod obişnuit, la determinarea locului de montare a unui pirometru se ţine cont între altele de :

— mediul ambiant din punct de vedere chimic, termic sau mecanic

— scopul urmărit prin indicarea sau înregistrarea, eventual reglarea sau semnalizarea temperaturei

— importanţa măsurării împreună cu legătura ei funcţională cu procesul supraveghiat şi în fine

— asigurarea cetirii, înlocuirii şi întreţinerii uşoare.

De asemenea trebuie apreciată de la început uzura specifică a punctului de măsurare ales, în funcţie de tipul pirometrului prevăzut, pentru planificarea din timp a pieselor de rezervă şi a condiţiilor de întreţinere. In practică se consideră ca uzură mijlocie admisibilă o durată de funcţionare totală de 3—8 luni pînă la depăşirea erorilor tolerate pentru forţa termo-electromotoare a termocuplului sau pînă la distrugerea tubului exterior de protecţie. Aceste limite

corespund stadiului actual de dezvoltare a pirometriei și nu înseamnă că în anumite situații n-ar putea exista termoelemente sau altele cu durate mai reduse de 10—20 ani în exploatare. Problema este că, în funcție de mijloacele tehnice disponibile și de importanța punctului de măsurare pentru producție, uzura limită planificată și apoi constatată, să fie justificabilă din punct de vedere economic.

Prin definitivarea locului pentru punctul de măsurare, se fixează mărimile caracteristice necesare la alegerea pirometrului cel mai corespunzător pentru problema dată. Aceste mărimi sînt : intervalul în care oscilează temperatura în mod obișnuit în timpul producției și precizia necesară măsurării. Cu toate aceste date se determină tipul și execuția pirometrului.

Astfel să considerăm de exemplu un punct de măsurare într-un mediu coroziv, fără acțiuni mecanice, cu temperaturi care oscilează încet între 600—900°C, eroarea admisibilă pentru măsurare fiind de max. $\pm$20°C.

In acest caz se alege un pirometru dotat cu un termoelement alumel-cromel, în tub ceramic etanș la gaze și cu aparat indicator pentru temperaturi pînă la 1 000°C, avînd clasa de precizie 1,5. Intr-adevăr, conform instrucțiunii Nr. 59—54 ale Direcției Generale de Metrologie pentru verificarea pirometrelor, eroarea limită admisă pentru un termocuplu de alumel-cromel este de $\pm$0,4 mV. la 900°C., adică $\pm$10,2°C. iar pentru aparatul indicator 1,5% din limita de măsurare adică $\pm$ 15°C. Prin urmare eroarea maximă a pirometrului întreg va fi de $\pm\sqrt{10{,}2^2 + 15^2} = \pm$ 17,2°C adică cu puțin sub valoarea cerută de $\pm$ 20°C. Prin folosirea unui pirometru cu alte caracteristice decît cele indicate (domeniu de măsurare și precizie), se obține o soluție neeconomică sau necorespunzătoare din punct de vedere tehnic.

Față de aceste reguli care trebuiesc respectate la instalarea și folosirea pirometrelor industriale, situația constatată pe teren — fără unele excepții — arată că în general aceste condițiuni elementare nu sînt respectate.

Cazurile cele mai frecvent întîlnite, pot fi grupate în următoarele categorii :

1. *Locul punctului de măsurare nu a fost bine ales.*

1.1. Termoelementul se găsește plasat greșit în raza de acțiune a dispozitivelor mecanice de manevrare a produsului. Ca urmare el este deslovit, îndoit, neputînd fi demontat decît cu ocazia reparațiunilor periodice sau capitale a utilajului respectiv. Desigur că în asemenea cazuri de defectare, cînd pirometrul este scos din funcțiune pe un timp îndelungat, personalul unității va fi constrîns să folosească alte căi și mijloace pentru cunoașterea temperaturilor, ceea ce nu este recomandabil.

1.2. Termoelementul este expus acțiunii directe a flăcărilor gazelor de combustiune sau radiațiunilor rezistențelor de încălzire. Valorile indicate în astfel de cazuri sînt foarte variabile și eronate. Deoarece problema pusă este determinarea temperaturei produsului, drept rezultat pirometrul va fi privit ca un aparat fără valoare practică pentru scopul urmărit.

1.3. Punctul ales pentru măsurarea temperaturei gazelor arse se găsește într-un loc unde este favorizată depozitarea funinginei. Datorită acestei depozitări, condițiile transmiterii căldurii de la gaz la termocuplu, sînt supuse unor modificări continue și neregulate. Indicațiunile pirometrului sînt cînd apropiate de realitate, cînd grevate de erori considerabile, fenomen cu consecințe periculoase pentru exploatare.

Remedierea acestor inconveniente este posibilă numai prin schimbarea condițiilor inițiale, adică prin mutarea punctului de măsurare într-un alt loc ales judicios. Sînt posibile și alte soluții, însă trebuie observat ca îmbunătățirile parțiale ce se aduc să conducă în mod sigur la înlăturarea cauzei inițiale a deranjamentelor.

2. *Limita de măsurare a pirometrului folosit nu corespunde cu intervalul uzual de temperatură a punctului de măsurare.*

2.1. Să considerăm că un pirometru cu PtRh—Pt pentru temperaturi pînă la 1600°C și clasa de precizie 1,5 este montat într-un punct de măsurare unde temperatura variază între 600—900°C iar precizia cerută este de $\pm$ 20°C.

Cu ajutorul instrucțiunilor de verificare 59—54 menționate mai sus, se calculează eroarea tolerată pentru un termocuplu de PtRh—Pt. La temperatura de 900°C, această eroare se ridică la $\pm$ 4,4°C, iar pentru aparatul indicator, la care eroarea se calculează după limita de măsurare de 1600°C aceasta se cifrează la $\pm$ 24,6°C. Cu aceste date, eroarea limită rezultantă pentru întreg pirometru este de $\pm$ 24,5°C. Avem astfel un caz tipic de folosire necorespunzătoare din următoarele motive :

— Domeniul de temperaturi al aparatului nu este complet folosit ;

— Precizia oferită prin calitatea superioară a termocuplului nu este exploatată.

Deși se folosește un pirometru scump, rezultatele nu sînt satisfăcătoare, eroarea admisibilă ($\pm$ 20°C) fiind depășită cu aproape $\pm$ 5°C.

Problema poate fi în schimb rezolvată foarte bine cu pirometre mai eftine, folosind termocuple uzuale alese judicios. Raportul mijlociu de prețuri dintre termocuplele uzuale și cele din materiale prețioase este de aproximativ 1 : 5.

2.2. Intr-un punct de măsurare — cu temperatură între 500 și 800°C, și cu precizia de măsurare prescrisă de $\pm$ 20°C — datorită neglijenței de deservire, în anumite cazuri apar temperaturi peste 1 000°C. Pirometrul montat în acest punct este prevăzut cu un termocuplu din Fe-Const. și cu indicator de temperatură de clasa 1,5 gradat pînă la 800°C.

Din literatura de specialitate se știe că termocuplele din Fe-Const. pot fi întrebuințate *în*

regim continuu pînă la 600°C și în *regim întrerupt de scurtă durată* chiar pînă la 900°C. In consecință, pirometrul va fi suprasolicitat în mod necontrolabil, pînă la 1 000°C, astfel încît pe lîngă o uzură excesivă, nu va putea prezenta niciodată garanția invariabilității justeții indicațiunilor. După cîteva rebutări masive, datorită creșterii arbitrare a erorilor și a dificultăților de dovedire a suprasolicitărilor, personalul pierde treptat încrederea în aceste pirometre, astfel încît în momentul defectării nimeni nu simte necesitatea înlocuirii lor.

In asemenea cazuri pe lîngă montarea unui pirometru corespunzător, se recomandă fie folosirea aparatelor înregistratoare pentru controlarea muncii în schimburile de noapte, fie a aparatelor cu contacte de reglare pentru semnalizarea acustică ori optică a depășirilor de temperatură prescrisă.

3. *Precizia pirometrului nu corespunde cerințelor impuse prin procesul tehnologic.*

In prealabil trebuie remarcat că precizia pirometrelor trebuie să fie, în general, mai mare decît cea cerută pentru determinarea temperaturii mediului controlat. Ea se stabilește în strînsă legătură cu fenomenele termice care au loc între produsul sau mediul cu temperatură necunoscută și capătul sudat al termocuplului.

Inzestrarea unui punct de măsurare cu un pirometru luat la întîmplare din magazia întreprinderii, fără nici o apreciere în această privință, va avea în majoritatea cazurilor ca urmări reclamațiuni repetate, soldate adeseori cu neglijarea completă a aparatului din partea personalului de deservire.

La analiza fenomenelor termice de legătură în funcție de importanța punctului de măsurare, se pot pune pentru precizia pirometrului condiții mai mult sau mai puțin strînse. Cîteva exemple în această privință pot fi edificatoare.

3.1. In siderurgie, la măsurarea temperaturei apei de răcire sau a aerului preîncălzit, condiția esențială este vizibilitatea la distanță și deci posibilitatea observării ușoare a *variațiilor de temperatură*. In asemenea cazuri este de mare importanță, pentru buna conducere a procesului tehnologic, descoperirea din timp a tendinței de ieșire din echilibru sau din regimul optim de funcționare a unității de producție. Abia pe planul secund se pune problema cunoașterii respectivei temperaturei cu un anumit grad de precizie. In schimb o precizie mai scăzută nu va fi desigur suficientă pentru urmărirea și controlul termotehnic al randamentului sau a indiciilor tehnico-economici. Asemenea probleme se rezolvă însă relativ ușor prin dispozitive de telemăsurare, cu două pirometre distincte.

3.2. Situația este complet diferită în industria chimică sau a petrolului, unde se pun condiții mult mai riguroase în privința preciziei măsurilor de temperatură. In asemenea cazuri pot apare indicațiuni diferite pentru aceiași valoare absolută a temperaturei, datorită pirometrului ales fără judecată, ceea ce poate provoca manevre greșite. In felul acesta calitatea produsului nu mai este cea dorită și rebuturile cresc, pînă cînd pirometrul este identificat drept necorespunzător și înlocuit cu altul. Dacă cu această ocazie se găsește motivul pentru care primul pirometru nu a corespuns, problema se rezolvă satisfăcător, în caz contrar folosind din nou un pirometru de precizie necorespunzătoare, fenomenul se va repeta. Intre anumite limite, conducerea proceselor chimice este uneori posibilă și fără măsurarea temperaturilor, natural în condițiuni cu mult mai grele. Trebuie însă avut în vedere că în astfel de cazuri schimbările, în mersul reacțiilor chimice sînt sesizate cu întîrziere, așa încît măsurile luate nu au efecte imediate și calitatea produsului scade.

Exploatarea este însă tentată adeseori să prefere totuși o astfel de reducere a calității asigurînd astfel evitarea rebuturilor. In felul acesta soarta pirometrului este hotărîtă în fond fără nici o susținere judicioasă, prin simpla înlocuire a pirometrului cu altul corespunzător ca precizie.

In marea lor majoritate, deficiențele întîlnite în exploatarea pirometrelor pot fi reduse cu ușurință la cauzele indicate prin aceste cîteva exemple. Inlăturarea lor, din punct de vedere practic nu reprezintă nici o dificultate și totuși experiența arată că ele se mențin în continuare, uneori chiar și atunci cînd au fost identificate.

Cauza principală pentru care aceste deficiențe persistă în multe întreprinderi este inexistența sau slaba activitate a sectoarelor metrologice din întreprinderile respective. Analizarea motivelor de *inexistență*, în prezent și-a pierdut actualitatea. Acolo unde se mai constată asemenea abateri devine o sarcină a organelor juridice, pentru aplicare de sancțiuni. Nu tot așa stau lucrurile în privința *ineficacității* sectorului metrologic în întreprinderi.

Sarcinile metrologiei din întreprinderi sînt clar definite prin art. 11 din Decretul 21/54. Ca urmare, misiunea responsabilului metrolog nu se mărginește numai la apărarea întreprinderii de neplăcerile proceselor verbale de constatare. Preocuparea lui de bază trebuie să fie asigurarea întreținerii, verificării și justei folosiri a aparatelor de măsurat. In acest scop el trebuie să fie un cunoscător al aparatelor de măsurat și un specialist în tehnica măsurărilor executate în întreprindere. Sarcinile administrative sînt o consecință organizatorică a acestei activități și nu scopul ei final. Realitatea oglindește însă foarte des o situație contrară, datorită căreia apar cazuri ca de exemplu :

— prezentarea pirometrelor la verificarea de stat murdare, prost întreținute sau chiar defecte,

— folosirea unui aparat indicator de temperatură cu un alt termocuplu decît cel pentru care este construit, fără nici o adaptare,

— înlocuirea cablelor de conpensație al pirometrelor cu altele necorespunzătoare,

— încercarea de a transforma un logometru pentru a fi folosit cu un termocuplu,

— alimentarea logometrelor de la baterii de buzunar,

— reducerea gradului de utilizare a unor aparate cu calități superioare, ca înregistratoare ,sau cu dispozitive de reglare, ca simple indicatoare de temperatură.

Nu necesită nici un comentar, dacă în unele cazuri se afirmă că producția va suferi prin respingerea unui pirometru cu indicații false.

Trebuie menționat că adeseori aceste cauze au apărut, datorită lipsei de piese și aparate de rezervă, din dorința de a rezolva o problemă acută cu mijloace disponibile, însă necorespunzătoare.

In concluzie se poate spune că lipsa personalului specializat în tehnica măsurărilor, a atelierelor de întreținere și a unei organizări unitare, sînt în esență cauzele ineficacității metrologiei din întreprinderi. Inlăturarea acestei deficiențe necesită maturizarea concepției asupra importanței metrologiei în întreprinderi prin rezolvarea centrală a problemelor organizatorice pe baza analizei soluțiilor practicate de acele cîteva întreprinderi care au înțeles din timp importanța pentru producție a tehnicei măsurărilor. Prin crearea bazelor materiale se rezolvă implicit în mare măsură și problema personalului specializat precum și a atelierelor de reparații.

Intre altele, buna funcționare a sectorului metrologic din întreprinderi prezintă următoarele avantaje :

— asigură valoarea tuturor măsurărilor, respectarea STAS-urilor, controlul și îmbunătățirea indiciilor tehnico-economic ;

— contribuie la ridicarea nivelului tehnic a celor care lucrează cu aparate de măsurat, mărind productivitatea muncii lor.

— garantează condițiile cele mai potrivite pentru justa exploatare a aparatelor de măsurat.

Remedierea deficiențelor semnalate în cele precedente sau, cu alte cuvinte, îmbunătățirea condițiilor de instalare și folosire a pirometrelor este strîns legată de starea metrologiei din întreprinderi.

Dezvoltarea tehnicei de fabricație și în special perfecționarea proceselor tehnologice pretinde aplicarea pe scară largă a tehnicei măsurărilor și deci existența unei intense acțiuni metrologice în cadrul întreprinderilor.

RECENZIE

PROF. ING. EDMOND NICOLAU „Măsurări în radiotehnică"

Vol. I. **Editura Energetică** 1955, 393 pag., 490 fig.

Lucrarea este împărțită în șase capitole, precedate de o introducere în care se arată care este domeniul acoperit de lucrare, care sînt mărimile măsurate și limitele între care variază aceste mărimi. Se dau de asemeni unele recomandări practice de ordin general.

Cele șase capitole sînt intitulate :

1. Elemente de circuit utilizate în măsurările de înaltă frecvență, rezistențe, capacități, inductanțe ; 2 — Surse de alimentare ; 3 — Osciloscopul catodic ; 4 — Măsurarea tensiunilor și curenților ; 5 — Măsurarea puterilor ; 6 — Măsurarea impedanțelor.

Făcîndu-se mai întîi prezentarea fizică și apoi încadrarea matematică a fenomenului și îmbinîndu-se strîns partea teoretică cu cea practică (scheme, descrieri de aparate, etc.) cartea poate fi folosită și de persoane cu pregătire matematică nu prea ridicată.

Pentru metrologie prezintă interes deosebit mai ales ultimele trei capitole referitoare la măsurări.

Capitolul IV se ocupă de metodele de măsurare a tensiunilor și curenților în domeniul curentului continuu, al frecvențelor industriale, în audio și radio frecvență. Se începe cu studierea instrumentelor universale folosite curent în laboratoarele de electronică și se trece apoi la studierea voltmetrelor electronice. Toate rezultatele sînt grupate într-un tabel sinoptic, sub forma de planșe. In continuare se descriu diverse tipuri de voltmetre electronice industriale.

In capitolul al cincilea se expun diversele metode de măsurare a puterilor în audio și radio frecvență, dîndu-se atît metode simple, cît și cele mai complicate, cum ar fi cele care utilizează wattmetrele electronice.

Ultimul capitol, se ocupă de problemele relative la măsurarea impedanțelor. Se prezintă, în primul rînd, metodele simple, cum ar fi metoda ohmetrului și a celor trei voltmetre. Se trece apoi la studiul punților de măsură. In continuare se analizează problema măsurărilor cu ajutorul circuitelor acordate și se prezintă metodele de măsurare a impedanțelor cu ajutorul Q-metrului.

Este important de subliniat că în volumul apărut, autorul aduce unele contribuții originale. Menționăm astfel : tratarea printr-o metodă proprie, a oscilatorilor electronici liniari ; studierea erorilor care se comit utilizînd metode aproximative în determinarea factorului de calitate al circuitelor, prin metode de rezonanță ; studierea erorilor care se comit cu Q-metrul în măsurarea capacității condensatorilor, datorită rezistenței condensatorului variabil al Q-metrului, clasificarea punților de măsură, etc.

Sistemul metric și necesitatea universalității lui

EUGEN ERBLICH

В настоящей статье, отмечаются неудобства существования большого количые ства систем единиц и дается краткое описание истории метрireской системы. Указае вается на необходимость и восможность униформиеации систем измеритнльных единино всемирном масштабе.

★

Après avoir montré les inconvénients de la coexistence, sur le plan mondial, de plusieurs systèmes d'unités de mesure, l'auteur donne un court aperçu historique du système métrique. Il indique ensuite la nécessité et la possibilité d'uniformiser les systèmes d'unités de mesure de touts les pays.

Coexistența a două sisteme de unități de măsură

De curînd a sosit de la Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți de la Paris lucrarea intitulată „Recentele progrese ale sistemului metric" prezentată sub formă de raport la cea de a X-a Conferință generală de măsuri și greutăți ce a avut loc în anul 1954 la Paris.

Acest raport prezintă progresele mereu crescînde înregistrate de către sistemul metric în întreaga lume, în perioada de la ultima conferință din 1948 și pînă în 1954, din el desprinzîndu-se două aspecte ale dezvoltării sistemului metric și anume în primul rînd rezolvarea sa în cadrul țărilor care au păşit mai de mult la aplicarea obligatorie a sistemului metric și în al doilea rînd succesele înregistrate față de sistemele ancestrale și tradiționale de unități de măsură, folosite în unele țări care nu au aderat la Convenția metrului.

Este bine cunoscut faptul că există încă unele țări cu industria foarte dezvoltată care din anumite considerente nu au trecut la aplicarea obligatorie a sistemului metric. Altele, care deși nu au o industrie dezvoltată dar au perspective mari de dezvoltare, sînt ținute să continue aplicarea unor sisteme de măsură necorespunzătoare, importate de la cei sub a căror dominație se găsesc și care încă le dirijează viața economică. In aceste țări se utilizează sistemul de unități anglo-saxon, sistemul pound și înch, iar sistemul metric este doar tolerat.

Existența în lume a mai multor sisteme de unități de măsură poate dăuna atît relațiilor economice cît și tuturor celorlalte relații dintre popoare. Astfel în munca de standardizare, toate încercările de a se standardiza pe plan internațional filetele, au eșuat pînă în prezent, tocmai din cauza existenței mai multor sisteme de unități de măsură în lume.

Această coexistență dă naștere și la o serie întreagă de încurcături. De exemplu, cît de ușor se pot face confuzii cînd ai de-a face cu drachmul și dramul englezesc, care se pronunță la fel dar au valori diferite, sau cît de ușor se pot confunda simbolurile : „gr" al unității grain, cu „g" pentru gramul metric și cu „grm" simbolul gramului metric în Anglia.

Sistemul metric, după cum se știe, este caracteristic prin simplitatea calculelor, ele fiind în general zecimale : 1 m = 10 dm = 100 cm = = 1000 mm, etc.

Sistemul de unități anglo-saxon în schimb, este atît de complicat încît în cea mai mică transformare de unități ai nevoie de hîrtie și creion. De exemplu :

1 statute mile = 8 furlongs = 320 rods = 1760 yards = 5280 feet = 63.360 inches.

In afară de greutatea de calcul, sistemul anglosaxon mai prezintă și inconvenientul că are o varietate enormă de denumiri ale unităților „imperiale", legale sau tolerate. Astfel, pentru lungimi în Anglia există o întreagă gamă de denumiri : mil, line, inch, foot, yard, palm, span, nail, hand, fathom, military pace, geometrical pace, pole (perch, rod, lug), pole woodland, pole plantation, pole cheshire, furlong, link, chain, cable's length, statute mile, english mile, nautical mile, league, admiralty mile.

In S.U.A., deși sînt aceleași sisteme de măsură, unele unități americane se deosebesc de cele

engleze. Astfel, de exemplu există patru diferite „barrels" în loc de trei ca în Anglia și șase „bushels" în loc de trei.

Deoarece fiecare stat, teritoriu sau posesiune ale S.U.A. are legile sale proprii de măsuri și greutăți, volumul cuprinzînd legislația metrologică din această țară are aproape 1 200 de pagini...

In Anglia din cauză că printr-o lege din 1897, sistemul metric a fost numai admis pentru a fi utilizat, rămînînd în vigoare și celelalte sisteme, se utilizează azi șase sisteme de greutate, bine înțeles legale : sistemul metric, caratul metric, sistemul avoirdupois, grain-ul zecimal, greutatea farmaceutică și penny-weight-ul.

Sistemul metric

Pînă la revoluția franceză din 1789, s-au făcut mereu eforturi pentru stabilirea unui sistem general de măsuri și în diferite etape necesitatea uniformizării unităților de măsură a determinat pe conducătorii statelor să ia măsuri în acest sens, însă toate acestea au fost fără succes.

Pentru comerț în special, în acea epocă, diversitatea unităților de măsură reprezenta o mare piedică pentru relațiile dintre popoare. De asemenea stadiul de dezvoltare a științei impunea introducerea unui sistem de măsuri care să fie la îndemîna tuturor și de o precizie corespunzătoare cercetărilor științifice.

Chiar de la începutul revoluției franceze reprezentanții științei din acea vreme luptă pentru adoptarea unui nou sistem de măsuri și ca urmare, la 8.V.1790 Adunarea Națională franceză adoptă Decretul pentru uniformizarea măsurilor și greutăților, care hotărăște să se socotească ca unitate fundamentală a măsurii de lungime, a milioana parte din sfertul meridianului pămîntesc, de la pol la ecuator.

In acest scop s-au format 2 expediții pentru executarea măsurătorilor necesare, punîndu-se la dispoziția acestora mijloacele materiale respective.

In august 1792, cele două expediții conduse de academicienii Delambre și Méchain încep o muncă titanică : măsurarea meridianului pămîntesc ce trece prin Paris, între Dunkerque și Barcelona.

Aceste expediții au înscris adevărate pagini de eroism și devotament față de știință. Infruntînd intemperiile, greutățile materiale, piedicile puse de oameni și de ignoranța unora din ei, luptînd contra elementelor conservatoare, într-o perioadă de revoluție, acești oameni au dus totuși la bun sfîrșit misiunea lor, terminînd-o după șase ani de muncă intensă.

In timp ce măsurările se făceau cu febrilitate în Spania și Franța, la Paris alți mari învățați în frunte cu Lefebvre-Gineau efectuau determinările necesare pentru stabilirea raportului precis dintre greutățile atunci în uz și viitorul etalon de masă, cu o exactitate ca restîrnește și astăzi admirația specialiștilor.

Pe baza rezultatelor lucrărilor, a fost făcută din platină o riglă, a cărei lungime de la un capăt la altul era egală cu a zecea milioana parte din sfertul meridianului pămîntesc.

Unitatea de măsură astfel stabilită a primit denumirea de metru, de la cuvîntul grecesc „metron" care înseamnă măsură și întrucît pînă atunci păstrarea metrului etalon se făcea în arhiva franceză de stat, etalonul a fost denumit metrul „de la arhivă".

Comisia respectivă a stabilit să se socotească drept unitate de volum metrul cub, iar miimea dintr-un metru cub, decimetrul cub, a primit denumirea de litru.

In felul acesta unitatea de volum a fost dedusă din unitatea de lungime.

In afară de unitatea de lungime, știința, industria și comerțul aveau nevoie să se stabilească unitatea de greutate dedusă din unitatea de lungime stabilită ca etalon „natural".

Se stabilește pentru aceasta ca kilogramul să fie greutatea unui decimetru cub de apă la temperatura de 4°C (cînd apa are cea mai mare densitate).

Prin deciziunea Convenției Naționale a Franței (1795), metrul și kilogramul au fost confirmate ca unități de lungime și greutate fundamentale. De asemenea luîndu-se în considerație că crearea sistemului metric de măsuri este o realizare uriașe a științei, Convenția a hotărît confecționarea unei medalii „pentru a se transmite posterității amintirea timpului cînd sistemul metric și operațiile pe care acesta se bazează au fost duse la bun sfîrșit", cu următoarea inscripție : „Pentru toate timpurile, Pentru toate popoarele".

Kilogramul etalon asemenea metrului etalon, făcut din platină, a intrat în păstrarea arhivei Statului francez și a primit denumirea de „kilogram de la arhive".

Expansiunea sistemului metric

Dacă determinarea lungimii meridianului pămîntesc a necesitat o muncă de mai mulți ani, noului sistem de unități pentru a se impune i-au trebuit peste patruzeci de ani.

In această perioadă în Franța, țara în care s-a născut sistemul metric, o serie de legi de tranziție au permis utilizarea vechilor măsuri.

In anul 1812, printr-un ordin al împăratului Napoleon se permite utilizarea vechilor măsuri și greutăți, cu obligația ca acestea să aibă pe diversele fețe, inscripția cu corespondențele unității respective, în sistemul metric : Exemplu ; uncia = 31,3 g, gros-ul = 3,9 g, livra = 50 g, etc.

Datorită însă faptului că sistemul metric se impusese de acum în multe domenii de activitate și în special în știință aceste derogări nu a împiedicat evoluția sa.

Legea din 4 iulie 1837, elaborată după lungi discuții în Camera franceză, abrogă decretul din

1812 și stabilește obligativitatea utilizării cu exclusivitate a sistemului metric în întreaga Franță.

In acea epocă, favorabilă unei acțiuni de extindere pe plan internațional a sistemului metric, nu se acționează totuși decît foarte slab și deabea în anul 1855, cu ocazia unei expoziții internaționale, se formează „Asociația internațională pentru adoptarea unui sistem zecimal de greutăți, măsuri și monezi". Această asociație, studiind sistemele în vigoare, ia poziție în favoarea sistemului metric, considerîndu-l ca avînd un caracter științific și în același timp, internațional.

In anul 1867, cu ocazia unei alte expoziții internaționale organizată la Paris, delegații din diferite țări formează un Comitet de măsuri, greutăți și monezi, care avea ca scop rezolvarea problemei uniformizării măsurilor.

Dar faptul hotărîtor care a intervenit în introducerea pe plan internațional a sistemului metric, a fost Raportul Comisiei speciale a Academiei de științe din Petersburg din anul 1867 și apoi rezoluția Asociației geodezice internaționale din Berlin, care cereau :

— un sistem metric unic cu subdiviziuni zecimale pentru toată Europa ;

— un etalon internațional ;

— convocarea unei conferințe care să creieze premizele pentru formarea unui Birou Internațional de Măsuri și Greutăți.

In anul 1869, Comisia specială a Academiei de științe din Rusia prezintă un raport cu privire la confecționarea etaloanelor prototip, internaționale, pentru măsuri și greutăți, iar în același an Academia de științe din Paris adoptă cele propuse și cere guvernului numirea unei comisii internaționale.

In această acțiune a jucat un rol foarte important marele savant rus, academicianul B. S. Iacobi renumit prin multe invenții (galvanoplastia, aparatul telegrafic cu litere, etc.).

In anul 1872 se întrunește prima Comisie internațională a metrului, la care participă 29 de state și la care se adoptă următoarele rezoluții :

— metrul etalon internațional va fi „metrul de la arhive",

— kilogramul etalon internațional se va deduce din „kilogramul de la arhive",

— adoptarea platinei iridiate ca material pentru confecționarea etaloanelor,

— aprobarea creierii unui Birou internațional de măsuri și greutăți.

Acest Birou internațional de măsuri și greutăți ia ființă în anul 1875, funcționînd sub supravegherea exclusivă a unui Comitet internațional, care la rîndul său este pus sub autoritatea Conferinței generale, compusă din delegații tuturor guvernelor contractante care au semnat la Paris în același an „Convenția internațională a metrului".

Sediul Biroului internațional de măsuri și greutăți a fost stabilit în Franța la Sèvres, pavilionul Breteuil, unde sînt păstrate și etaloanele prototip internaționale.

Convenția metrului a fost modificată în anul 1921 și sub forma aceasta este în vigoare și astăzi.

Prima conferință generală a fost ținută în anul 1889 și de atunci se țin cu regularitate la sediul Biroului internațional de măsuri și greutăți, din 6 în 6 ani (cu excepția anilor de război care au determinat amînarea unora din conferințe).

Ultima conferință a avut loc în luna octombrie 1954.

* * *

Oamenii de știință care au făcut măsurătorile în sec. XVIII-lea au fost conduși în acțiunile lor de cele mai bune intenții pentru a face ca bazele acestui sistem de unități să fie absolut științifice.

Ulterior, în anul 1841, s-a constatat, în urma repetării măsurării meridianului, că pătrimea sa este mai lungă cu 856 m decît 10.000.000 de metri și deci că „metrul de la arhivă" este mai scurt decît a zecea milioana parte din sfertul meridianului pămîntesc. De schimbat lungimea metrului de la arhivă era imposibil, deoarece sistemul metric căpătase de acum o largă răspîndire nu numai în Franța ci și în alte țări.

De asemenea măsurările făcute cu cele mai perfecționate cîntare și prin cele mai perfecționate metode, au stabilit că masa „kilogramului de la arhivă" este egală cu masa apei la 4°C în volum de 1,000028 decimetri cubi. Adică și kilogramul de la arhivă avea masa mai mare decît aceea a unui decimetru cub de apă la 4°C.

Rezulta că atît metrul cît și kilogramul de la arhivă încetau să fie etaloane „naturale".

Ca urmare s-a luat hotărîrea ca unitatea de masă, — kilogramul — să devină masa greutății din platină iridiată de la Arhivele statului francez iar metrul, unitatea convențională reprezentată prin lungimea metrului etalon de la arhive.

Se părea că ideia creatorilor sistemului metric de a adopta ca unități de măsură mărimi luate din natură, de neschimbat și posibil de reconstituit în caz de pierdere a modelului, ar fi nerealizabilă...

Datorită însă, ultimelor descoperiri în domeniul spectroscopiei precum și evoluției tehnicii măsurărilor interferometrice s-a putut ajunge la o nouă definiție a metrului, realizată pe baza unei referințe naturale.

Acest lucru va permite să se realizeze un etalon indestructibil care să poată fi oricînd obținut și de o universalitate incontestabilă.

Intr-un viitor apropiat, conform rezoluției Comitetului Consultativ al Biroului Internațional de Măsuri și Greutăți, din anul 1953, metrul va fi definit ca fiind egal cu un număr

de lungimi de undă ale unei radiații luminoase (lungimea de undă a razei roșii a cadmiului stabilită ca fiind de 0,64384696 μ servește deocamdată pentru acest scop).

Deci, metrul va rămîne cu valoarea sa actuală neschimbată, lungimea sa fiind numai exprimată în lungimi de undă, iar metrul etalon internațional, după adoptarea acestei noi definiții, va continua să joace același rol important, de etalon de prim ordin.

Uniformizarea internațională a unităților de măsură

In majoritatea țărilor din lumea întreagă sistemul metric a învins. Mai sînt doar cîteva țări în care sistemul metric nu a fost introdus încă în mod obligatoriu și în fruntea acestora se află Statele Unite ale Americii și Anglia.

In aceste țări, cu toate repetatele avizări ale unor personalități și ale unor comisii din cele mai componente, guvernele continuă să respingă propunerile și proiectele de legi pentru introducerea obligatorie a folosirii sistemului metric.

In anul 1949, Ministerul Comerțului din Anglia a instituit un „Comitet pentru legislația măsurilor și greutăților" care a avut misiunea de a examina problemele relative la legislația metrologică engleză actuală și de a face recomandările pe care le consideră necesare pentru punerea legislației în acord cu „necesitățile prezente".

Acest Comitet, la încheierea lucrărilor sale a întocmit un raport care a fost publicat în anul 1951 și din care redăm rezumativ cîteva pasagii, întrucît acestea pot constitui adevărate acte de atestare a superiorității sistemului metric față de sistemul imperial:

„In prezent nu există în lume decît două limbagii principale pentru exprimarea cantităților în uzajul comercial general: Sistemul metric și sistemul imperial...

Acesta din urmă este utilizat în mod curent numai în țările Commonwealth-ului britanic și în Statele Unite ale Americii. Mulțimea celorlalte state a adoptat sistemul metric și de curînd anumite țări ale Commonwealth-ului au început a lua măsurile necesare, preparatorii, în vederea abandonării sistemului imperial în favoarea sistemului metric.

In problema trecerii de la un sistem la altul, în raport se precizează:

„Principala problemă pentru Anglia și anumite țări, nu este de a decide, dacă ele trebuie să adere la sistemul metric sau la sistemul imperial, ci de a ști dacă să continue utilizarea simultană a două sisteme de măsuri legale sau să interzică sistemul imperial pentru a adopta definitiv sistemul metric și prin aceasta să contribuie la unificarea mondială a măsurilor".

„Ni s-a sugerat că ar fi posibil un compromis și anume de a decimaliza sistemul imperial în așa fel încît să se obțină unul din avantajele fundamentale ale sistemului metric păstrînd relațiile istorice importante ale yard-ului și ale pound-ului imperial și de a permite astfel menținerea în uz a numeroase instrumente de măsurat".

„Considerăm cu toate acestea că confuzia și dificultățile ce ar rezulta dintr-o astfel de decizie nu ar fi mai mici ca acelea pe care le-ar cauza trecerea integrală la sistemul metric, fără a se obține în schimb avantajele unei uniformizări mondiale".

„Anumite îmbunătățiri potși trebuie să fie aduse sistemului imperial, dacă acesta trebuie să continue să existe, dar noi sîntem convinși că dacă o schimbare de mare factură trebuie să fie introdusă, aceasta nu poate fi decît în sensul adoptării complete a sistemului metric".

In concluzie, în raport se arată:

„... Am ajuns la concluzia unanimă că sistemul metric este în sensul cel mai larg și în interesul uniformizării mondiale, un sistem „mai bun" de măsuri și greutăți decît sistemul imperial; că trecerea de la sistemul imperial la sistemul metric este acum sau mai tîrziu pentru toate uzanțele comerciale, inevitabilă; că menținerea liberei alegeri de a utiliza unul sau altul din sisteme, pînă cînd inevitabila schimbare se va produce, va cauza în această perioadă mai multe dificultăți decît o schimbare prescrisă într-un termen determinat; că avantajele ce vor decurge în urma unei treceri organizate, într-un viitor foarte apropiat, ar putea ușor contrabalansa inconvenientele schimbării propriu-zise".

Pentru aceste considerente, Comitetul ministerului Comerțului englez recomandă guvernului britanic să se ia de îndată măsuri în vederea interzicerii pentru un termen determinat a utilizării sistemului imperial în marea Britanie și de a stabili utilizarea unică a sistemului metric pentru toate scopurile comerciale.

Aceste recomandări ale unui Comitet oficial permiteau să se spere că în sfîrșit Parlamentul britanic va lua o hotărîre sau va pune cel puțin în discuție această problemă importantă ce ar putea duce la unificarea mondială a măsurilor.

In noiembrie 1952 însă, Ministerul Comerțului al Angliei a făcut cunoscut că guvernul nu este dispus să dea urmare recomandărilor Comitetului.

Motivele nu ne sînt cunoscute.

Pentru a ne forma totuși o părere asupra considerentelor care ar fi putut determina această hotărîre negativă, citățm opiniile Vicepreședintelui Organizației Internaționale de Standardizare (I.S.O.) Dr. Ing. C. Rossi*), în această problemă:

„Susținătorii sistemului inch și pound evocă în fața ochilor concetățenilor lor și a verilor lor de cealaltă parte a oceanului, stafia unei răsturnări lipsite de sens, care ar amenința producția anglo-saxonă, sau cu alte cuvinte

*) „Standardizarea" — Nr. 2—1956.

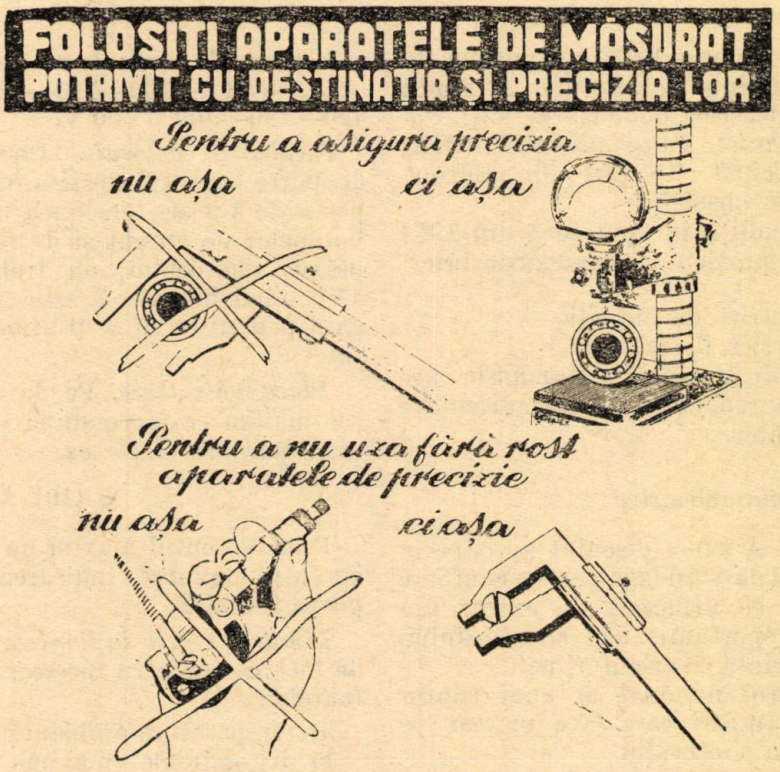
haosul care ar domni din cauza seriei duble de scule de tot felul necesare în timpul perioadei de tranziție care s-ar întinde pe o perioadă de mai mulți ani".

„Statele Unite ale Americii și Anglia se tem că și-ar periclita supremația în aeronautică și mai ales în industria de automobile; de aceea ele caută să promoveze pe primul plan inch-ul și pound-ul cu subunități zecimale — în locul metrului și kilogramului. Aceste state creează astfel un nou sistem, dublu, care profită de decimalizare, dar pe de altă parte menține numeroasele dezavantaje ale sistemului inch, în special în ceea ce privește complexitatea și lipsa lui de omogenitate"...

Desigur că trecerea de la un sistem la altul implică anumite sacrificii în special pentru țările cu industria dezvoltată, dar dacă trecerea s-ar face treptat în domeniul lungimilor și eventual într-o primă fază prin prohibirea unităților de lungime mai puțin răspîndite și introducerea obligatorie a sistemului metric în celelalte domenii, această reformă s-ar putea realiza fără, a se aduce prejudicii vieții comerciale și industriale.

Realizarea acestei transformări ar facilita în mare măsură schimburile între popoare și ar da posibilitatea industriilor respective să colaboreze în mai bune condiții cu industria europeană.

In ciuda greutăților întîmpinate, în ciuda tradițiilor retrograde și a conservatorismului, sistemul metric își urmează evoluția victorioasă. El se impune prin puterea sa de penetrare și prin simplitatea sa ca factor de ajutorare al industriei, comerțului și al acțiunilor intelectuale ale oamenilor.



In legătură cu elaborarea standardelor internaţionale pentru contoare electrice de inducţie şi aparate electrice de măsurat

Ing. S. MARCU

В статье даются некоторые сведения в связи с состоявшимся в ноябре 1955 о в городе Будапеште совещанием Комитета № 3 при Международном Комитете пг электротехнике.

★

L'article fournit des indications sur la Conférence du Comité d'études No. 3 du Comité International Electrotechnique qui a eu lieu en novembre 1955 à Budapest.

Intre 9 şi 13 noiembrie 1955 a avut loc la Budapesta conferinţa comitetului de studii nr. 13—Aparate electrice de măsurat— a „*Comisiunii Electrotehnice Internaţionale*" (CEI) la care au partipcipat 15 ţări din Europa printre care şi ţara noastră.

Comitetul de studii a început încă din 1954 elaborarea a două proiecte de standarde internaţionale :

— contoare electrice de inducţie
— aparate electrice de măsurat.

Fiecare din aceste proiecte de standarde care se găsesc la a 3-a redactare au fost discutate în cîte un subcomitet.

Contoare electrice

In subcomitetul A a fost discutat aproape în întregime proiectul de standard pentru contoare electrice ; în cele ce urmează s-a extras din capitolele mai importante ale standardului, părţile care se prezintă ca orientări noi.

Definiţii. Curentul nominal al unui contor este curentul în amperi care este marcat pe placa indicatoare a contorului.

Curentul maxim este curentul, marcat pe placa indicatoare, pînă la care este posibil să se încarce contorul în regim permanent fără a depăşi limitele de temperatură şi de precizie care sînt prevăzute în proiectul de standard.

Clasificarea. Contoarele sînt împărţite în două clase :

Clasa *A* — contoare pentru instalaţii ce necesită o precizie ridicată.

Clasa *B* — contoare pentru instalaţii unde este acceptabil un grad de precizie mai mic.

Prescripţiuni electrice. Regimurile normale ale curentului :

1—2,5—5—10—25—50 şi 100 A

Regimurile normale ale tensiunii :

57,7—63,5—100—110—127—220—240—380 420—480—500 şi 600 V.

Incălzirea contorului. Contorul suportînd pe deoparte curentul maxim indicat şi pe de altă parte de 1,2 ori tensiunea nominală, încălzirea bobinelor de curent şi de tensiune, ca şi toate părţile contorului, nu trebuie să depăşească 45°C, cînd încercarea este suficient de îndelungată pentru ca să se fi atins o stare de stabilitate.

Placa indicatoare. Pe placa indicatoare, curentul maxim se trece după curentul nominal şi între paranteze. De ex.

5 (10) A

Dacă curentul maxim nu depăşeşte 25% din curentul nominal, indicarea curentului maxim poate fi omisă.

Limitele erorii la încercări de tip. Condiţiile de încercări pentru *încercările de tip* sînt următoarele :

a) temperatura ambiantă 20°C ± 2°C
b) distorsiunile maxime ale curentului şi tensiunii de alimentare 3%.
c) Tensiunea nominală cu o toleranţă de ± 1%.
d) frecvenţa nominală cu o toleranţă de ± 0,5%.
e) în lipsa unui cîmp magnetic perturbator
f) contorul montat în poziţie normală
g) circuitul de tensiune alimentat minimum o oră.

Eroarea unui contor supus condiţiilor de mai sus nu trebuie să depăşească limitele reprezentate de liniile drepte din fig. 1 trasate pe baza tabelului 1.

Tabelul 1

Limita erorii contoarelor monofazate şi contoarelor polifazate cu încărcare echilibrată

Curentul în procent din valoarea nominală	Factorul de putere	Limita erorii, pentru 100	
		contor de clasa A	contor de clasa B
10—125	1	± 1,5	± 2,0
5	1	± 2,0	± 2,5
20—125	0,5 inductiv	± 1,5	± 2,0
10	0,5 inductiv	± 2,0	± 2,5

Dacă contorul poartă o indicaţie de curent mai ridicat decît curentul nominal (contori cu suprasarcină), eroarea unui astfel de contor

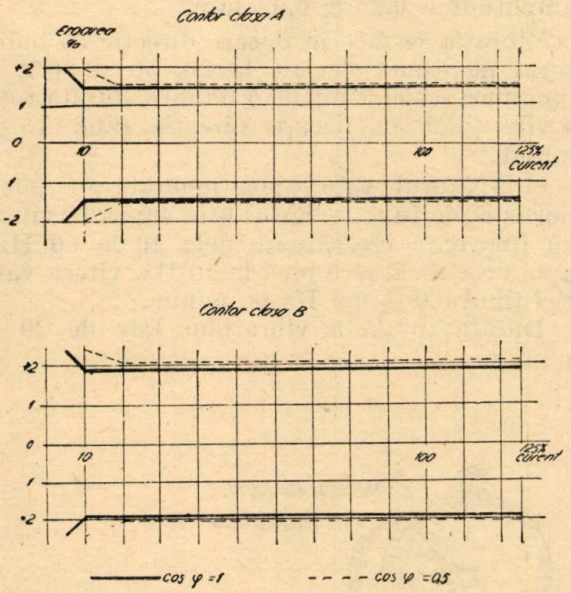


Fig. 1. Limitele erorilor admise pentru contoarele din clasa A şi B.

nu trebuie să depăşească limitele reprezentate de linia dreaptă din fig. 2, trasată pe baza tabelului 2.

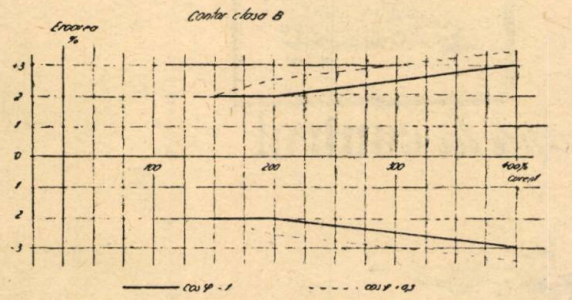


Fig. 2. Limitele erorilor admise la suprasarcină pentru contoarele din clasa B.

Observaţie: In urma discuţiilor purtate s-a hotărît ca pentru contoarele de clasa B, în tabelele 1 şi 2 eroarea să fie înlocuită cu ± 2% pentru intervalul 10%—400% din *In*.

Notă: Limitele erorii indicate în tabelul 2 şi în fig. 2 nu se aplică decît la contorii de clasa B, deoarece contorii din clasa A nu sînt utilizaţi drept contori de înaltă precizie decît pînă la 125% din sarcina nominală; în consecinţă, pentru încărcări care depăşesc această valoare, nu sînt stabilite limitele de eroare.

Tabelul 2

Limitele erorii contorilor la suprasarcină
Numai clasa B

Curentul în procente din valoarea nominală	Factorul de putere	Limita erorii pentru contori de clasa B
150	1,0	± 2,0
200	1,0	± 2,0
300	1,0	± 2,5
400	1,0	± 3,0
150	0,5 inductiv	± 2,0
200	0,5 inductiv	± 2,5
300	0,5 inductiv	± 3,0
400	0,5 inductiv	± 3,5

Aparate electrice de măsură

La discuţiile subcomitetului B (aparate electrice de măsurat) au participat următoarele ţări:

Austria, Belgia, Franţa, Ungaria, Italia, Ţările de Jos, Republica Federală Germană, Romînia, Regatul Unit, Suedia, Elveţia, Cehoslovacia, U.R.S.S., Jugoslavia. (Ţara noastră a participat ca „observatoare", printr-un delegat).

Discuţiile s-au purtat cu privire la cel de al 3-lea *proiect de recomandare* redactat de secretariatul ungar şi deşi lucrările au avansat destul de puţin din cauza domeniului de aplicare foarte variat, este totuşi util să fie cunoscute unele puncte mai importante ale proiectului.

Clasificare. Clasele de precizie prevăzute sînt:
0,1 0,2 0,5 1,0 1,5 2,5 5,0;
iar pentru shunturi interşanjabile şi rezistenţe adiţionale:
0,02 0,05 0,1 0,2 0,5.

Variaţia indicaţiei cauzată de o schimbare a temperaturii ambiante. Variaţia maximă admisibilă a indicaţiei datorită unei schimbări în temperatura mediului ambiant de 10°C, peste sau sub temperatura de referinţă, trebuie exprimată în % faţă de indicaţia reală, utilizînd una din cifrele următoare:
0,2 0,3 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0.
Aceste cifre trebuiesc marcate pe aparat alături de indicele de clasă, separate printr-o linie oblică şi la sfîrşitul literei T. De ex.

1,5 T/0,5

Această inscripţie — marca temperaturii — poate să fie omisă dacă este identică sau inferioară indicelui de clasă.

Efectul cîmpurilor magnetice exterioare. Variaţia în indicaţia unui aparat — cu deviaţia la limita superioară de măsură — cauzată de un cîmp magnetic cu o intensitate de 400 A/m (5 unităţi CGS) produs de un curent de aceiaşi

natură și de aceiași frecvență cu acela a circuitului în care este conectat aparatul și în condițiile de fază și direcție a cîmpului cele mai nefavorabile, nu trebuie să depășească :

± 0,75% din lungimea scalei pentru aparatele astatice sau blindate de clasa 0,1—0,2—0,5 și 1,0 ;

± 1,5 din lungimea scalei în cazul aparatelor electromagnetice neblindate de clasa 0,1—0,2—0,5 și 1,0 ;

± 3% din lungimea scalei în cazurile aparatelor neastatice și neblindate cu excepția aparatelor magnetoelectrice de clasa 0,1—0,2—0,5—1,0—1,5 și 2,5 și cu o lungime a scalei mai mare de 65 mm.

± 6 % din lungimea scalei în cazul aparatelor de alte tipuri.

Temperatura limită de funcționare. Aparatele indicatoare de clasa 1,5—2,5 și 5,0 trebuie să funcționeze normal cînd lucrează în mod continuu la o temperatură ambiantă cuprinsă între — 20 și + 40°C.

Toate celelalte aparate trebuie să funcționeze normal la o temperatură ambiantă cuprinsă între 0 și + 40°C.

Incercarea la temperatura limită. Aparatul trebuie menținut la o temperatură de 55°C timp de 16 ore și indicatorul la 80% din lungimea scării. După aceste 16 ore, temperatura este adusă la 20°C și aparatul este ținut 8 ore neconectat, la această temperatură.

Aparatul se consideră că a corespuns încercării dacă după acest interval de timp erorile indicațiilor nu depășesc erorile admise.

Incercarea la vibrație. Incercările la vibrație asupra aparatelor de clasa 1,0—1,5—2,5 și 5,0 trebuie să facă obiectul unui acord între constructor și beneficiar. O propunere de încercare este dată în anexă.

Anexă. a) Incercarea la vibrație se face în două etape în condițiile următoare :

— aparatul conectat electric și supus unei frecvențe de vibrație constantă (a se vedea *b*).

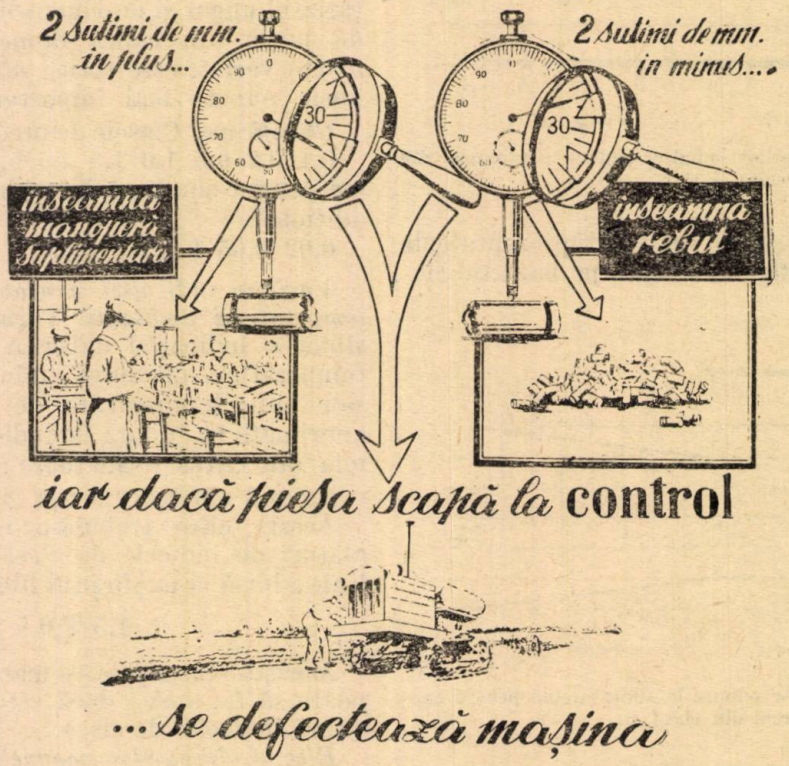
— aparatul neconectat electric și supus la o frecvență de vibrație variabilă (a se vedea *c*)

b) Aparatele vor fi supuse la vibrații în direcțiile celor trei axe principale ale lor, cu o frecvență de 50 ± 1 Hz aprox. sinusoidală de amplitudine 0,25 ± 0,02 mm.

Vibrația se face în fiecare direcție cu indicatorul menținut electric la 20, 50 și 80% din lungimea scalei, timp de 5 minute, durata totală a vibrațiilor în fiecare direcție fiind 15 ± 1 minut.

c) Aparatul este apoi montat în poziție normală de funcționare și este supus la vibrații cu frecvență crescătoare dela 10 la 60 Hz și apoi descrescătoare pînă la 10 Hz, viteza variației fiind 5,0 ± 0,5 Hz pe minut.

Durata totală a vibrațiilor este de 20 ± 2 minute.



Aparate pentru măsurarea vidului molecular

Ing. S. MANOLESCU

Приводятся общие установки по вопросу измерения молекулярного вакуума В этой статье описывается также и промышленный аппарат отечественной конструкции, применяемый при измерении высокого вакуума.

★

L'auteur donne quelques notions générales sur la mesure du vide moléculaire. Il décrit ensuite un appareil industriel construit dans le pays et utilisé à la mesure des vides poussés.

In orice stare de agregație moleculele corpurilor sînt într-o continuă mișcare neregulată, mișcare care determină existența unei energii cinetice interne. Energia cinetică fiind în funcție de temperatura corpului această mișcare se mai numește și mișcare termică.

Mișcarea termică a moleculelor se manifestă nu numai prin ciocnirile moleculelor de pereții vasului, dar și prin ciocnirea moleculelor între ele. Datorită acestei mișcări termice, moleculele unui gaz închis într-un recipient lovesc pereții vasului. Forța exercitată din aceste cauze, pe unitatea de suprafață constituie presiunea gazului.

Se numește vacuum (vid), presiunea care are o valoare mai mică decît cea atmosferică. Această presiune se exprimă adeseori în milimetrii coloană mercur. Vacuumul (vidul) se mai poate defini ca o stare rarefiată a unui gaz într-un recipient, fără însă să prezinte spații goale de materie.

La măsurarea presiunii trebuie să se țină seama de componența normală a forței pe unitatea de suprafață.

Domeniul de măsurare a vacuumului se poate împărți în trei categorii și anume :

— domeniul de măsurare laminar, în cazul unui vacuum puțin înaintat ;

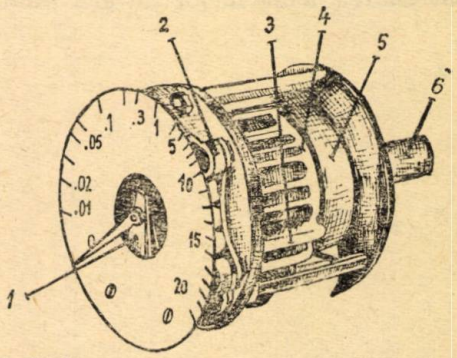
— domeniul de măsurare molecular, în cazul unui vacuum înaintat ;

— domeniul de măsurare intermediar.

Pentru măsurarea acestor presiuni joase, s-au propus și experimentat o serie întreagă de aparate în scopul măsurării lor directe sau indirecte.

Pentru măsurări industriale s-a realizat un aparat indicator care poate măsura vacuumul molecular între 0 ... 20 mm coloană mercur cu o precizie destul de mare. Aparatul, care are numai dispozitive mecanice, este destul de robust, se poate monta pe tabloul de comandă și se utilizează la controlul industrial al instalațiilor care lucrează sub vacuum sau în atmosferă de gaz cu o presiune foarte mică.

Acest aparat cum se arată în fig. 1 este constituit din doi cilindrii din tablă subțire de alamă, avînd un ax comun de rotație, așezat pe lagăre de agat. Cilindrii sînt introduși coaxial unul în altul și distanțați între ei cu 3 mm, fiecare avînd, în lungul generatricei,



1. SUPORTUL AXULUI.
2. PLACA DE FIXARE.
3. ARIPIOARELE.
4. CILINDRUL INTERIOR.
5. CILINDRUL EXTERIOR.
6. TUBUL CU ROTOR.

Fig. 1

aripioare secționate din el și resfrînte în afară. Unul din cilindrii este rotit cu o viteză de 3 600 ture/minut, de un motor al cărui rotor este fixat la unul din capetele axului și închis într-un tub etanș. Celălalt cilindru este legat de un arc antagonist prevăzut cu un ac indicator. Mișcările acestui sistem sînt amortizate magnetic.

Carcasa aparatului este montată etanș cu inele circulare din material plastic, iar priza de vacuum este prevăzută cu un fliltru protector contra pătrunderii impurităților în aparat.

In fața aparatului se află un cadran circular pe care este trasată scara gradată, în formă de arc de cerc, avînd o lungime de circa 18 cm. Acul indicator se mișcă în fața acestei scări gradate.

Principiul de funcționare al acestui aparat se bazează pe conductibilitatea termică : transferul de energie dintre o suprafață în rotație și o suprafață alăturată și paralelă fixă, este proporțională cu presiunea gazului și cu viteza de rotație a suprafeței mobile.

Între două plăci metalice depărtate între ele, cu temperaturi diferite și aflate într-un gaz, transmisia căldurii se produce de la placa mai caldă spre placa mai rece prin intermediul moleculelor de gaz.

Moleculele gazului, în mișcarea lor dezordonată, se isbesc de placa mai caldă, se încălzesc și părăsesc această placă cu o energie cinetică mai mare decît aceia avută înainte de lovire. In drumul lor spre placa mai rece, moleculele cedează energia lor cinetică altor molecule cu care vin în contact și direct sau prin intermediul acestora, cedează din energia lor cinetică plăcii mai reci.

Numărul de molecule intermediare prin care se transmite căldura, depinde de numărul ciocnirilor dintre molecule, respectiv de raportul dintre drumul parcurs de moleculă și de distanța dintre cele două plăci.

Acest transfer de energie fiind deci produs prin antrenarea moleculelor de gaz aflat între cele două suprafețe, este dependent de numărul de molecule, aflat în acest spațiu, adică de presiunea gazului din recipientul al cărui vacuum se măsoară. Transferul de energie variază proporțional și cu greutatea moleculară a gazului.

La acest aparat din cauza rotirii rapide a unuia din cilindrii, se produce o oarecare diferență de temperatură între cele două rînduri de aripioare, ceea ce cauzează transmiterea căldurii, pe calea conductibilității termice, de la aripioarele care se rotesc și au o temperatură mai ridicată, la aripioarele care nu se rotesc și au o temperatură mai scăzută.

Cilindrul al doilea, care este solidar cu arcul antagonist, suferă și el o rotație, dar numai atît cît îi permite arcul antagonist față de forța ce îl antrenează. Această rotație permite acului indicator, fixat de acest cilindru, să se deplaseze în fața cadranului gradat. Această deplasare este, după cum am văzut, în funcție de presiunea gazului, adică de mărimea vacumului din recipientul cu care este pus aparatul în legătură.

Scara gradată este divizată de la zero la 20 mm coloană mercur. Distanța dintre repere este mai mare pentru gazele mai ușoare și mai mică pentru gazele mai grele.

Aparatul este destinat a măsura vidul molecular la dispozitivele care utilizează gazele obișnuite de xenon, argon, azot, heliu și hidrogen.

Supapele de siguranță

Ing. M. ALDEA

Рассматриваются основные размерные показатели и влияние различных конструктивных элементов на рабочую характеристику, которую должны удовлетворять предохранительные клапаны.

Для того чтобы получить соответствующие предохранительные клапаны, рассматриваются условия, которые должны удовлетворять такие приборы, а также и схема испытательного стэнда; предлагаются испытания клапанов и их аппробация.

★

L'auteur examine d'abord les critères fondamentaux d'après lesquels on doit dimensioner les soupapes, ainsi que l'influence des différents éléments constructifs, sur les caractéristiques de fonctionnement.

Il examine ensuite, en vue de la réalisation des dispositifs de sûreté satisfaisants, les conditions que ces dispositifs doivent remplir, ainsi que le schéma d'un banc d'essais. Il préconise l'essai des soupapes et leur homologation officielle.

Dimensiuni, caracteristici constructive, încercări.

Printre aparatele de protecție ale instalațiilor care lucrează sub presiune sînt și supapele de siguranță, aparate care au rolul să limiteze presiunea la valorile admise pentru funcționarea sigură a instalațiilor.

Dată fiind importanța lor pentru protecția instalațiilor — încă de la înființarea instituțiilor pentru „controlul instalațiilor care lucrează sub presiune" — supapele de siguranță au fost supuse reglementării, prin prescripții oficiale.

In genere aceste prescripții fixează numărul, dimensiunile, tipul, destinația și încercările supapelor de siguranță, în concordanță cu o bună și sigură deservire a instalațiilor.

Practica zecilor de ani de utilizare, cum și unele experiențe făcute în deosebi cu supapele de siguranță cu contragreutate admise cu precădere la utilizare, au confirmat soluțiile alese pe baza prescripțiilor, inclusiv relațiile de dimensionare.

Urmărind evoluția construcției de cazane și în deosebi tendința spre unități cu presiuni nominale înalte și foarte înalte (peste 100 at.) și debite mari (peste 100 t/h), prescripțiile oficiale au adoptat, treptat, elemente noi atît în ceea ce privește tipurile admise, cît și în dimensionarea supapelor de siguranță. Paralel cu această evoluție, s-a simțit din ce în ce mai accentuat nevoia de a studia mai îndeaproape și de a încerca supapele de siguranță, atît pentru o justă dimensionare, cît și pentru o sigură funcționare a lor.

Dimensionarea secțiunei de suflare a supapelor

Scurgerea aburului sau a oricărui gaz aflat sub presiune, printr-o supapă de siguranță, se asimilează cu fenomenul scurgerii printr-un orificiu de secțiune constantă, aburul sau gazul fiind conținut într-un vas sub presiune, de volum neschimbat.

Considerațiile teoretice care stau la baza stabilirii relațiilor de calcul pentru scurgerea aburului sau a unui gaz aflat sub presiune, în cazul bine definit al funcționării supapelor de siguranță, sînt următoarele :

a) Cantitatea de abur sau de gaze care se scurge pe secundă, este dată de relațiile de scurgere prin orificii, [în care se consideră secțiunea de trecere prin supapa, față de aceia a vasului, neglijabilă]*) de forma :

$$G_t = S \Psi \sqrt{p \cdot \gamma} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

în care :

G_t = debitul teoretic, în kg/s
S = secțiunea de trecere prin supapă, în m².
p = presiunea absolută de suflare, în kg/m²
γ = greutatea specifică a aburului sau gazului la presiunea p, în kg/m³.
Ψ = coeficient (dimensional) de scurgere la scurgerea fără pierderi prin orificii.

b) Scurgerea aburului sau gazului prin secțiunea de trecere prin supapă se poate considera adiabatică, pierderea de căldură fiind neînsemnată, astfel încît ecuația de stare se scrie :

$$p \cdot v^k = p_1 \cdot v_1^k = ct.$$

în care :

$$k = \frac{Cp}{Cv} \qquad \text{(tabela 1)}$$

*) Acest caz este mai dezavantajos.

Tabela 1

Valorile lui k pentru diferite gaze

Denumirea gazului	k	Denumirea gazului	k
Hidrogen	1,407	Bioxid de carbon	1,3
Oxigen	1,4	Abur supraîncălzit	1,3
Azot	1,4	Amoniac	1,29
Aer	1,4	Bioxid de sulf . .	1,25
Acid clorhidric . .	1,4	Acetilenă	1,24
Metan	1,31	Abur saturat . . .	1,135

c) La stabilirea relațiilor de calcul este importantă variația lui Ψ în funcție de valoarea raportului $\frac{p_e}{p_i}$ în care p_e este presiunea absolută în exteriorul vasului iar p_i este presiunea absolută în interiorul vasului, respectiv presiunea de suflare.

In relația (1) valoarea lui Ψ este dată de expresia :

$$\Psi = \sqrt{2g \cdot \frac{K}{k-1}\left[\left(\frac{p_e}{p_i}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{p_e}{p_i}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} \quad \ldots (2)$$

iar variația lui Ψ în funcție de $\frac{p_e}{p_i}$ este prezentată în fig. 1. Valoarea maximă a lui Ψ este dată de valoarea raportului $\frac{p_e}{p_i}$, denumit raportul critic al presiunilor, care anulează derivata expresiei (2), $\frac{d\,\Psi}{d\,\frac{p_e}{p_i}}$ și anume :

$$\left(\frac{p_e}{p_i}\right)_{\text{critic}} = \left[\frac{2}{k+1}\right]^{\frac{k}{k-1}}$$

pentru care :

$$\Psi_{max} = \left[\frac{2}{K+1}\right]^{\frac{1}{k-1}} \cdot 2g \cdot \frac{k}{k-1} \quad \ldots (3)$$

Tabela 2

Valorile lui Ψ maxim pentru cîteva fluide

Denumirea luidului	Ψ maxim.
Abur saturat	2
Abur supraîncălzit	2,1
Gaze biatomice	2,15

d) In genere la scurgerea fluidelor prin orificii, cantitatea reală de fluid G, în kg/s, este mai mică decît G_t, între aceste valori existînd relația :

$$G = \mu\, G_t \quad \ldots (4)$$

Valoarea μ depinde de forma orificiului și de valoarea raportului $\frac{p_e}{p_i}$.

Influența formei orificiului, în cazul supapelor de siguranță, nu poate fi determinată decît pe bază de încercări ; în ceea ce privește influența raportului $\frac{p_e}{p_i}$, în cazul considerat, limitele de variație ale raportului sînt foarte restrînse și practic neglijabile *).

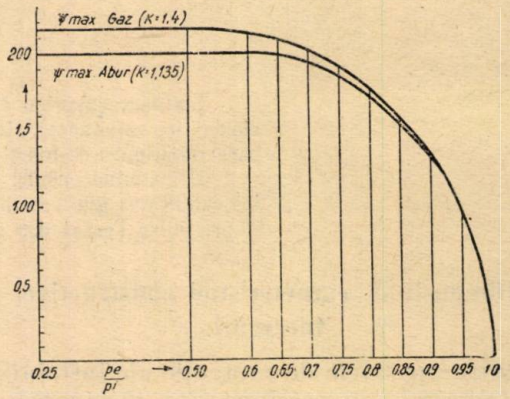


Fig. 1

Variația lui Ψ în funcție de $\frac{p_e}{p_i}$

Pentru calcule numerice s-a folosit, pentru μ valorile indicate în fig. 1, ca o ipoteză ce ar urma să fie verificată de încercări.

Cu aceste considerații, relația teoretică de calcul devine :

$$G = \mu\, \Psi\, S \sqrt{p \cdot \gamma} \quad \ldots (5)$$

Pentru gaze perfecte, deoarece $P_v = RT$ și $RT = \mathfrak{R}$, în care $\mathfrak{R}$ este constanta generală a gazelor, experesia (5) se poate scrie și sub forma :

$$G = \mu\, \Psi\, S\, p \sqrt{\frac{M}{RT}} \quad \ldots (6)$$

Instrucțiunile oficiale și standardele care reglementează, în diferite țări, dimensonarea secțiunii de suflare a supapelor de siguranță, conțin relații de calcul bazate pe aceste considerații teoretice, respectiv pe relațiile fundamentale (5) și (6). Aceste relații de calcul sînt de forma :

$$S = k\, \frac{G}{p} \quad \ldots (7)$$

unde k este un coeficient dimensional care concentrează diferiții factori ai relațiilor funda-

*) Nu se poate spune același lucru în cazul în care se schimbă presiunea nominală — care de obicei se reduce cu timpul — supapa de siguranță rămînînd aceiași.

mentale, cu excepția debitului și presiunii, și care are diferite valori, astfel cum sînt date în tabela 3.

Pentru a putea face o comparație și a trage o concluzie asupra celui mai bun rezultat în dimensionarea secțiunii de suflare a supapelor, obținut cu aceste relații, este necesar ca datele de calcul obținute să fie examinate ținînd seama și de o serie de prevederi speciale referitor la cursa ventilului, forța de apăsare pe ventil, presiunile admise în calcul, indicate în instrucțiunile și standardele respective. In acest scop se examinează mai întîi aceste prevederi speciale, după care se vor indica în tabela 6 rezultatele dimensionării secțiunilor de suflare ale supapelor, folosind cele mai uzuale relații oficiale.

Tabela 3

Coeficienții k

Nr. crt.	Prescripția	Relația	Valoarea lui k după felul supapei		
			Cursa mică $h < \frac{d}{20}$	Cursa lungă $h \geqslant \frac{d}{4}$	Cursa plină
1 2	Nr. 360 a Dir. Gen. de Metrologie, R.P.R. Din 05.05.1950 a Imp. de Stat din U.R.S.S.	$S = k \cdot \frac{G}{p}$	0,0075	0,015	—
3	Instrucțiuni germane	$S = \frac{1}{k} \cdot \frac{G}{p}$	0,478	0,304 0,271	—
4	Boiler Code ISO .	$S = \frac{1}{k} \cdot \frac{G}{p}$	0,0478	0,1205	0,238

Cursa ventilului influențează în mod deosebit caracteristicile supapei.

După mărimea cursei se disting:

— supape cu cursă mică (fig. 2) în care h (cursa) $< \frac{1}{4} d$ (diametrul orificiului de suflare); nu sînt admise supape cu $h < \frac{1}{24} d$*)

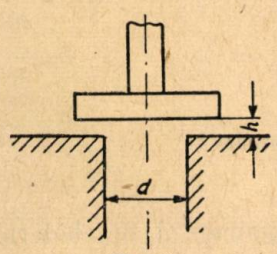


Fig. 2

— supape cu cursă lungă, în care $\frac{1}{4} d \leqslant h \leqslant \frac{1}{3} d$; după unele standarde $h \geqslant \frac{1}{12} d$**)

— supape cu cursă plină, la care ventilul, prin ridicare, lasă liber lateral, după scăderea îngustărilor datorită aripilor de conducere, o secțiune de trecere egală, cel puțin, cu secțiunea de trecere prin scaun ***).

*) Conform proect de standard ISO și B.S. 759—1952.
**) Conf. proectului de standard ISO și B.S. 750—1952.
***) După proectul de standard ISO această secțiune de trecere poate fi numai 80 % din secțiunea de trecere prin scaun.

Coeficientul k are valori diferite, în legătură directă cu valoarea cursei ventilului, influențînd astfel mărimea secțiunii de trecere.

Forța de apăsare pe ventil influențează direct atît mărimea secțiunii de suflare a supapelor cît și numărul acestora.

Atît în instrucțiunile romîne cît și în cele sovietice, forța de apăsare pe ventil este limitată la 700 kg, iar în cele germane la 600 kg. In limita acestor forțe de apăsare sînt indicate în tabela 4, în funcție de diametrul nominal al supapelor, presiunile nominale maxime admise pe ventil.

Tabela 4

Diametrul nominal al supapei	25	30	40	50	65	80	100	125
Presiunea maximă at. supr. admisă după instr. romîne	142,5	98	54,8	35	21	14	8,8	5,7
Pres. maximă at. supr. admisă după instr. germane	122	84	47	30	18	12	7,6	4,5

In alte instrucțiuni și standarde, cum și în propunerea de standard ISO, se prevede folosirea exclusivă a supapelor cu resort, interzicînd folosirea supapelor cu greutate; în acest caz limitarea forțelor de apăsare pe ventil nu este necesară. Dealtfel în cazurile în care se asigură un mijloc corespunzător de manipulare al contragreutăților, forța de apăsare pe ventil poate fi depășită.

De menționat că în unele instrucțiuni se prevăd valori speciale pentru k în legătură cu felul de încărcare al supapei: cu arc sau cu greutate.

Relațiile fundamentale utilizează valoarea presiunii absolute a fluidului. Relațiile de calcul oficiale folosesc fie presiunile absolute fie suprapresiunile. Pentru valori mici ale suprapresiunilor (și anume sub 1 at. suprapresiune), relațiile care folosesc suprapresiunea dau rezultate neverosimile, respectiv secțiuni de suflare prin supape, mari.

Astfel sînt relațiile 1; 2; 3 din tabela 6.

Tabela 5

Presiunea nominală a cazanului kgf/cm²	Presiunea la care trebuie să se deschidă supapele de siguranță,	Felul supapei,
pînă la 7 . .	pres. nom. + 0,2 kg/cm²	de control și de lucru
7—13	pres nom. + 0,2 kg/cm²	de control
	pres. nom. + 0,3 kg/cm²	de lucru
13—100	pres. nom. + 3 %	de control
	pres. nom. + 5 %	de lucru
peste 100	pres. nom. + 5 %	de control
	pres. nom. + 8 %	de lucru

Tabela 6

Mărimea secțiunii de trecere prin supapa de siguranță, după relațiile oficiale uzuale, la 4 tipuri de cazane de abur

Tipul cazanului / Relații oficiale	Cazan cu țevi de fum, 10 m² supraf. de încălzire 1 kg/cm² pres. de regim.	Cazan cu țevi de apă, 300 m² supraf. de încălzire 12 kg/cm² pres. de regim.	Cazan cu țevi de apă, de radiație, 20 t/h product. de abur 35 kg/cm² pres. de regim.	Cazan cu țevi de apă de radiație, 240 t/h producție de abur 110 kg/cm² pres. de regim.
1	2	3	4	5
1. $S = 15H\sqrt{\frac{1000}{p\gamma}}$ pentru cazane cu H/D < 30	$S = 47\,700$ $d = 125$ $n = 5$ buc.	$S = 30\,700$ $d = 84{,}5$ $n = 7$ buc.	—	—
2. $ndh = k\frac{G}{p}$ *) pentru :				
cazul $h < d/20$, $k = 0{,}0075$; $h = \frac{d}{20}$	$S = 2\,000$ $d = 50{,}3$ $n = 1$ buc.	$S = 8\,850$ $d = 75$ $n = 2$ buc.	$S = 6\,700$ $d = 46$ $n = 4$ buc.	$S = 25\,600$ $d = 28{,}4$ $n = 40$ buc.
cazul $h \geq d/4$, $k = 0{,}015$; $h = \frac{d}{4}$	$S = 800$ $d = 31{,}8$ $n = 2$ buc.	$S = 3\,500$ $d = 67$ $n = 1$ buc.	$S = 2\,690$ $d = 41{,}4$ $n = 2$ buc.	$S = 10\,250$ $d = 28{,}4$ $n = 16$ buc.
3. $S = 3{,}7\frac{G}{p}$ **) ; $\frac{d}{4} \leq h \leq \frac{d}{3}$	$S = 629$ $d = 28{,}2$ $n = 1$ buc.	$S = 2\,760$ $d = 59{,}5$ $n = 1$ buc.	$S = 2\,110$ $d = 52$ $n = 1$ buc.	$S = 8\,060$ $d = 28$ $n = 13$ buc.
$S = 3{,}3\frac{G}{p}$; $h < \frac{d}{4}$	$S = 560$ $d = 25{,}4$ $n = 1$ buc.	$S = 2\,486$ $d = 56$ $n = 1$ buc.	$S = 1\,825$ $d = 48{,}7$ $n = 1$ buc.	$S = 7\,200$ $d = 27{,}7$ $n = 12$ buc.
$S = 16\frac{G}{p}$; $h < \frac{d}{4}$	$S = 2\,720$ $d = 58{,}6$ $n = 1$ buc.	$S = 12\,000$ $d = 71$ $n = 3$ buc.	$S = 9\,150$ $d = 50{,}5$ $n = 5$ buc.	$S = 34\,800$ $d = 28{,}4$ $n = 55$ buc.
4. $S = \frac{G}{kp}$ ***)				
— cu ridicare obișnuită	$S = 1\,770$	$S = 14\,400$	$S = 11\,500$	$S = 45\,100$
— cu ridicare mare	$S = 1\,060$	$S = 5\,760$	$S = 4\,620$	$S = 18\,000$
— cu ridicare completă a ventilului	$S = 530$	$S = 2\,880$	$S = 2\,310$	$S = 9\,000$
5. $S = \frac{1}{220\sqrt{\frac{M}{T}}} \cdot \frac{G}{p}$	$S = 181$	$S = 1\,610$	$S = 1\,355$	$S = 5\,660$
6. $S = \frac{G}{\mu\Psi\sqrt{p\gamma}}$	$S = 275$	$S = 1\,800$	$S = 1\,380$	$S = 4\,930$

S = secțiunea de trecere prin supapa de siguranță, mm².
H = suprafața de încălzire a cazanului, m²
G = debitul orar, maximal continuu, kg
d = diametrul ventilului, mm.
h = cursa ventilului, mm.
n = numărul de supape.
γ = greutatea specifică a aburului la presiunea considerată, kg/m².
M = greutatea moleculară.
T = temperatura fluidului, °k
μ = coeficient care depinde de forma orificiului de scurgere și de raportul pe/pi ; vezi formula 4.
Ψ = coeficient (dimensional) de scurgere, vezi formula 2.
k = coeficient dat de tabela 3.

Presiunea de suflare (la care trebuie să se deschidă supapa) este stabilită în mod diferit în fiecare instrucțiune. Instrucțiunile Insp. General de Control al Cazanelor din R.P.R. admit pentru presiunea de suflare, valorile indicate în tabela 5.

In plus se prevede că supapele de siguranță cu cursă plină nu trebuie să permită creșterea presiunii în cazan, din momentul deschiderii lor, cu mai mult de 3%.

Exemplu : o supapă de control este așezată pe un cazan cu o presiune nominală de 35 kg/cm². Supapa va trebui să sufle, conform tabelei 5, la presiunea :

$$35 + \frac{3 \times 35}{100} = 36{,}05 \text{ kg/cm}^2.$$

*) Instrucțiuni nr. 360 ale Dir. Gen. de Metrologie.
**) Instrucțiuni germane.
***) Proiect ISO.

Presiunea în cazan nu va putea să crească însă în timpul funcționării supapei — după ridicare — peste valoarea :

$$36{,}05 + \frac{3 \times 35}{100} = 37{,}1 \text{ kg/cm}^2.$$

Alte instrucțiuni prevăd că supapele să deschidă la o presiune egală cu presiunea nominală + 3%, indiferent de mărimea acesteia ; în ceea ce privește presiunea din cazan, aceasta poate spori — după deschiderea supapei — cu cel mult 6%.

Presiunea de închidere trebuie să fie foarte aproape sub presiunea de lucru. In genere se acceptă o diferență între presiunea de lucru și presiunea de închidere de 2,5—5% din presiunea de lucru, în unele cazuri chiar mai mică*).

In raport cu valorile acceptate pentru presiunea de suflare, secțiunea de trecere (de suflare) prin supapă va avea valori diferite.

In tabela 6 au fost calculate secțiunile de trecere folosind diferite relații oficiale, luînd pentru p aceiaș valoare a presiunii de lucru și păstrînd celelalte particularități ale relațiilor. Rezultatele obținute arată valori foarte diferite pentru același caz considerat. Este clar că nu se poate stabili cel mai corect rezultat, luînd în considerare numai datele obținute prin calcul. Aceste rezultate au valoare atît timp cît, supunînd supapele la încercări, se obține prin măsurători, un debit de fluid descărcat de supapă egal cu acela considerat în calcul.

Intotdeauna se poate stabili, pe baza încercărilor, un coeficient de debit φ, care este dat de raportul :

$$\varphi = \frac{\text{debitul de descărcare efectiv realizat de supapă}}{\text{debitul de descărcare teoretic posibil.}}$$

*) Pentru supape cu diametrul orificiului sub 32 mm, diferența de presiune se acceptă între 5—10%.

De altfel o supapă de siguranță bine dimensionată, construită din materiale corespunzătoare regimului de lucru și îngrijit executată, supusă la încercări, trebuie să îndeplinească cît mai corect următoarele condiții :

— Să asigure o deschidere promptă la presiunea de suflare la care a fost reglată, astfel ca debitul de fluid descărcat prin supapă să impiedice o creștere de presiune în instalație peste limita admisă. Această condiție este echivalentă cu următoarea : debitul maxim al cazanului, în cazul solicitării maxime a focarului, să poată fi descărcat prin secțiunea orificiului supapei fără ca presiunea să crească peste limita admisă. In cazul recipienților condiția este similară, cu observația că debitul furnizat în recipient să poată fi eliminat din recipient fără ca presiunea să crească peste o limită admisă (cca 10%).

— Să închidă la o presiune apropiată sub presiunea de regim.

— Să fie lipsită de deranjamente mecanice (înțepeniri, frecări mari, etc.).

— Să nu se deregleze în timpul funcționării.

— Să fie etanșă oricare ar fi frecvența suflărilor.

— Să aibă o caracteristică de funcționare bine stabilită, pentru anumite cazuri de funcționare.

Indeplinirea condițiilor enumerate se verifică încercînd supapele de siguranță pe standuri de încercare, amenajate corespunzător pentru a creia pe cît posibil regimul normal de funcționare. Din cercetările efectuate, s-a constatat că realizarea condițiilor indicate anterior depinde în mare măsură, în funcție de parametrii de lucru ai fluidului, de o serie de caracteristici constructive ale supapelor de siguranță.

(Continuare în nr. următor)

Aparat pentru măsurarea durității

Ing. Z. DUCA

Necesitatea unui aparat pentru măsurarea durității la cercetarea gradului de ecruisare în zona de deformație plastică la așchiere, precum și a gradului de ecriuisare a straturilor superficiale de pe suprafața prelucrată prin așchiere, ne-a condus la realizarea aparatului cunoscut sub denumirea „Pendulul Mendeleev-Herbert" ce se descrie mai jos.

Aparatul reprezentat schematic în fig. 1 este constituit dintr-un sector de tor circular, cu secțiune dreptunghiulară, susținut de un picior cu un singur punct de reazem. Reazemul este sferic, fiind format dintr-o bilă de oțel cu diametrul de 1,0 mm fixat în picior și este dispus în apropierea imediată a centrului de greutate al sistemului. Prin construcție și cu ajutorul unor șuruburi de reglaj și echilibrare, centrul de greutate al sistemului este plasat la numai 0,1 mm sub centrul bilei, așa încît întregul sistem, astfel suspendat, formează un pendul de o lungime foarte mică, $L = 0{,}1$. In acest scop însuși piciorul de susținere, în care e fixată bila, se face cu lungime reglabilă, cu filet foarte fin.

In partea de sus pendulul are fixat pe el o nivelă cu bulă de aer care servește pentru a se putea da pendulului o elongație inițială, constantă la toate măsurătorile, în vederea punerii lui în oscilație.

In construcția realizată, nivela a fost dispusă înclinat față de planul perpendicular pe axa verticală de simetrie a pendulului, de așa manieră încît la o anumită înclinare a pendulului, bula să vină între repere ; astfel nu mai este nevoie de vreun alt mijloc de reperare a înclinației inițiale (cadrane gradate etc.). Pentru ușurința reglajului, înclinația suportului bulei s-a făcut reglabilă cu ajutorul unui șurub cu pas fin.

Pentru măsurarea durității, pendulul se așează cu bila pe suprafața probei sau chiar pe suprafața piesei prelucrate, după ce acestea au fost bine netezite, se înclină la o elongație anumită și i se dă apoi drumul să oscileze. Se numără zece oscilații și se măsoară timpul, în secunde, în care se produc acestea. Cu cît materialul este mai dur, cu atît oscilațiile se efectuează mai încet, perioada oscilației este mai lungă și timpul pentru efectuarea celor zece oscilații este mai mare, și invers. Spre exemplu, în cazul sticlei, ce se ia ca duritate etalon, timpul pentru 10 oscilații este de 100 sec. iar în cazul unui oțel moale este de 20 ... 30 sec. Amprenta într-un material dur este puțin adîncă și cu rază mare în secțiune iar într-un material moale este mai adîncă și are raza mai mică. Datorită greutății mici a pendulului, (între 2—4 kg), amprenta este foarte mică aproape invizibilă, ceea ce permite efectuarea de încercări chiar pe suprafețele prelucrate ale

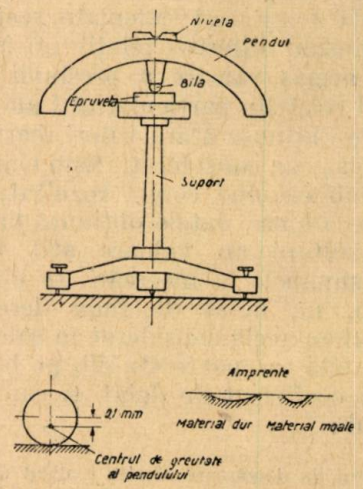


Fig. 1

pieselor mecanice gata confecționate. Mulțumită aceluiași fapt, se pot efectua încercări pe suprafețe foarte mici avînd dimensiuni de cîteva zecimi de milimetri, și se poate explora starea durității într-un număr mare de puncte învecinate pe suprafețe mici.

De aci decurg posibilitățile de utilizare a aparatului în următoarele scopuri :

— Cercetarea stării durității unor suprafețe prelucrate și călite sau ecruisate superficial, (fusuri de palier, manetoane, glisiere, roți dințate etc.) fără distrugerea suprafeței prelucrate, fie pe probe special preparate, fie direct pe piesă.

— Cercetarea adîncimii de călire pe straturi subțiri în secțiuni, pe epruvete metalografice.

— Cercetarea vitezei de difuziune înăuntrul segregației cristaline (combinat cu metoda metalografică).

— Cercetarea deformațiilor plastice în procese de așchiere și de trefilare etc.

In fig. 2 se dau detaliile constructive și în fig. 3 o vedere de ansamblu, ale aparatului construit după indicațiile autorului în laboratorul de așchiere a Institutului Politehnic București.

Reglarea aparatului are ca scop, corectarea poziției centrului de greutate a pendulului complet montat, față de planele sale de simetrie și fixarea poziției centrului de greutate la distanța de 0,1 mm sub centrul bilei.

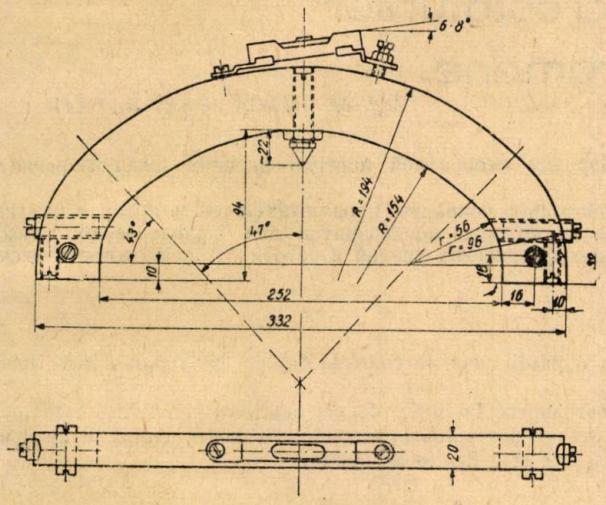


Fig. 2

Pentru aceasta, se așează pendulul cu bila pe un geam plan și neted și se acționează asupra șuruburilor de reglaj în toate sensurile, pînă cînd aparatul stă în echilibru, într-o poziție simetrică atît în plan orizontal cît și vertical. Acționînd asupra șurubului de reglaj al piciorului cu bilă, se caută momentul cînd pendulul stă în echilibru indiferent, după care se învîrtește șurubul (cu contrapiulița aproape strînsă) cu o fracțiune de învîrtitură egală cu $\frac{0,1}{p} = x$ dintr-o învîrtitură în sensul ridicării bilei, fiind pasul șurubului în mm. Se reglează apoi înclinația nivelei, în care scop, se face un număr de încercări cu diferite înclinații, determinate prin aducerea bilei între repere, pînă cînd, pe geamul etalon, pendulul efectuează 10 oscilații complete în 100 de secunde.

Duritatea diferitelor materiale, măsurate cu această metodă, se exprimă, după cum s-a mai amintit, prin timpul în secunde în care, pe materialul încercat, pendulul efectuează 10 oscilații complete. Cifra obținută reprezintă, deci, un termen de comparație cu cifra de duritate a sticlei etalon, care este 100.

Aparatul poate fi etalonat în raport și cu alte cifre de duritate (după Brinell, Vickers etc.), făcîndu-se măsurători directe pe etaloane cu cifre de duritate determinate în prealabil după diferitele metode amintite.

Precizia metodei depinde de constanța perioadelor de oscilație de la o încercare la alta și într-o oarecare măsură, de erorile ce se pot face

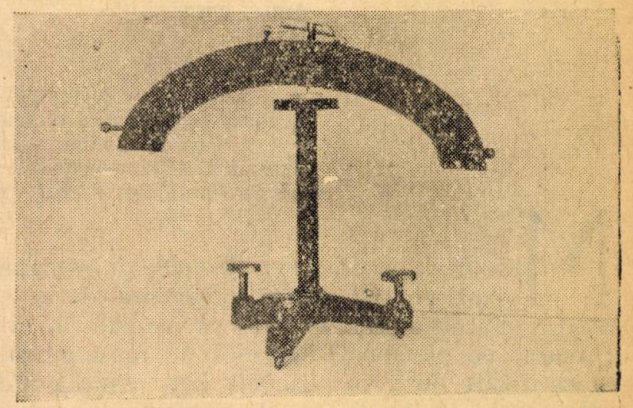


Fig. 3

la pornirea și oprirea cronometrului, în raport cu începutul și sfîrșitul celor 10 oscilații complete ce se numără.

In tabela de mai jos se redau rezultatele verificării preciziei aparatului, construit de noi în condiții de execuție relativ improvizate.

Din tabel ca și din măsurările suplimentare efectuate se constată că aparatul, chiar în condiții de execuție și de reglaj imperfect, dispune de o precizie satisfăcătoare (eroarea relativă maximă fiind 4,25 %) ca și de o sensibilitate suficientă.

Materialul	Timpul în secunde pentru 10 oscilații la 6 măsurători efectuate						Media patratică M(n)	Abaterea probabilă maximă 3σ	Eroarea relativă maximă %
	1	2	3	4	5	6			
Geam de sticlă ordinară	60	58	59	60	59	59	58,96	2,163	3,7
Aliaj dur BK	54	54	54	54	54	54	54	0,00	0,0
Oțel rapid călit	50	50	50	51	50	49	49,90	1,773	3,62
Oțel carbon de construcție (moale)	40	41	42	41	41	41	40,98	1,731	4,2
Cupru ecruisat	37	38	37	38	36	37	37,15	2,22	6
Lignofoliu în secțiune	34	33	33	33	34	33	33,35	1,42	2,25

Aparat pentru verificarea crestăturilor de la pîrghiile basculelor romane

Ing. M. BÎRCĂ şi ST. RAFAIL

Авторы описывают прибор для скоростной поверки делений шкал на рычагах весов с передвижной гирей.

Применение прибора, значительно сокращая продолжительность поверки римских весов, в особенности того вида их, который предназначен для тяжеловесных грузов освобождает рабочих от больших физических усилий и устраняет возможность несчастных случаев.

★

Les auteurs présentent un appareil pour le contrôle rapide des repaires des fléaux gradués des bascules romaines.

L'appareil diminue considérablement la durée de vérification des bascules romaines, surtout de celles employées au pesage des poids importants; en même temps, il dispense les ouvriers de gros efforts physiques et évite les accidents.

Metoda de verificare a basculelor romane pod pentru cîntărit vagoane de cale ferată, utilizată pînă în prezent, constă în încărcarea pe platforma basculei de mase-model în cantitate de peste 10,000 kg, urmată de încărcarea cu material şi mase-model pînă la o sarcină cît mai apropiată de sarcina maximă a basculei. Masele-model se manipulează cu braţele de către muncitorii care fac parte din echipele de revizie a acestor bascule.

Manipularea unei aşa mari cantităţi de mase-model cere un mare efort fizic din partea muncitorilor şi se execută într-un timp destul de lung. De multe ori, în timpul manipulării maselor-model, din cauza greutăţii acestora, (fiecare piesă are 60 kg), au loc şi accidente de muncă.

În cursul anului trecut a fost introdusă în cadrul Direcţiei Regionale C.F.R. Iaşi, o nouă metodă de verificare a basculelor romane pod de cîntărit vagoane.

Această nouă metodă înlocuieşte încărcarea platformei cu sarcini mari şi greu de manipulat pentru verificarea crestăturilor pîrghiei cu scară gradată, prin utilizarea unui aparat la care se verifică crestăturile pîrghiei cu ajutorul unor sarcini foarte reduse, de numai cîteva kilograme.

Verificarea după noua metodă se continuă prin încărcarea pe platforma basculei :

— a unei sarcini de 2500 kg, aşezată pe un vagonet special, care permite ca verificarea pe colţurile platformei să se facă într-un timp scurt şi cu un efort fizic foarte redus şi

— a unui vagon-model cu o sarcină apropiată de sarcina maximă a basculei-pod, vagon care se manipulează rapid şi cu multă uşurinţă.

Noua metodă de verificare, pe lîngă avantajele ce le prezintă şi anume de a necesita un timp scurt de execuţie şi de a cere muncitorilor un efort fizic mic, dă rezultate în ceea ce priveşte precizia, cel puţin tot atît de bune ca şi vechea metodă.

În prezentul articol se va trata descrierea, montarea şi utilizarea aparatului pentru verificarea crestăturilor pîrghiilor cu scară gradată de la basculele romane.

A. Descriere

Acest aparat (fig. 1), are următoarele părţi componente :

1. *Postamentul* (10), banc de circa 2 m lungime, sprijinit pe patru picioare, susţine toate piesele aparatului.

2. *Suportul pîrghiei cu scară gradată* (6), se fixează la postament, cu ajutorul unei piuliţe şi are două braţe mobile, pe care sînt montate două perniţe. Pe aceste perniţe se sprijină cuţitul de reazem al pîrghiei cu scară gradată (21), supusă controlului. Cele două braţe ale suportului pot fi apropiate sau îndepărtate cu ajutorul unei tije filetate, care se manevrează cu roata (7), permiţînd astfel aşezarea pe perniţe a pîrghiilor cu cuţitele de reazem de orice lungime.

În cazul cînd se verifică o pîrghie la care cercelul cuţitului de reazem este nedetaşabil, cum ar fi de exemplu pîrghiile basculelor de tip „Fairbanks", se utilizează un suport (fig. 2), prevăzut cu un cîrlig de susţinere (31). Acest suport se montează cu şuruburi la postamentul (10) al aparatului, în locul suportului (6).

3. *Suportul zăvorului (fig. 1)*, se fixează la postament cu ajutorul roatei (13), după lungimea pîrghiei ce se controlează. La acest suport se găseşte : zăvorul (17) a pîrghiei ; roata (14) care serveşte la reglarea înălţimei zăvorului în vederea aşezării în poziţie orizontală a pîrghiei ; piuliţa-fluture (15) pentru blocarea la

înălțime convenabilă a suportului cu scara gradată (19) avînd diviziuni în mm.

4. *Suportul indicatorului mobil* (12), se găsește la extremitatea brațului cu scară gradată, a pîrghiei și este prevăzut cu cursorul de echilibrare fină (20), reglabil în orice poziție.

9. *Dispozitivul cuțitelor de raport* (28) se fixează la brațul scurt al pîrghiei sau la unul din prelungitoarele (27 și 30) cu ajutorul unor șuruburi. Acest dispozitiv este constituit din : suportul (1), la care sînt fixate cuțitele de raport și pe care sînt suspendate : paftalele (2),

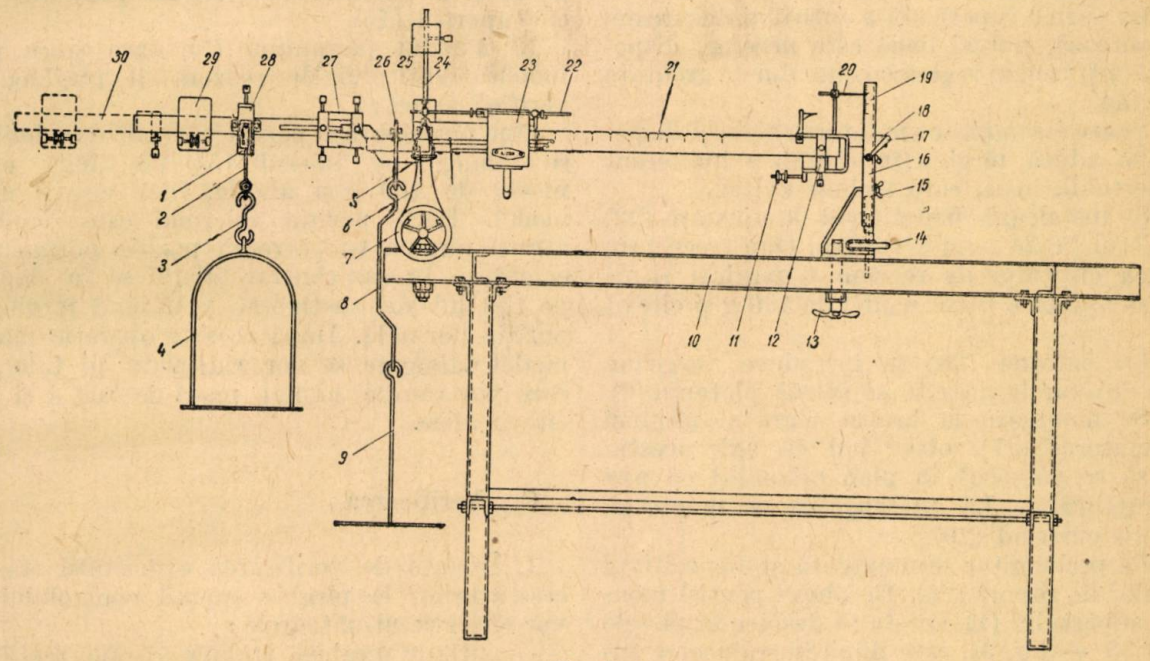


Fig. 1

5. *Dispozitivul de ajustare* (22) se fixează la romana (23) a pîrghiei cu scară gradată cu ajutorul unor tije cu șuruburi. Pe acest dispozitiv se suspendă talerul (5) cu cîrligul de agățare în planul vertical, care trece prin muchea cuțitului de reazim al pîrghiei.

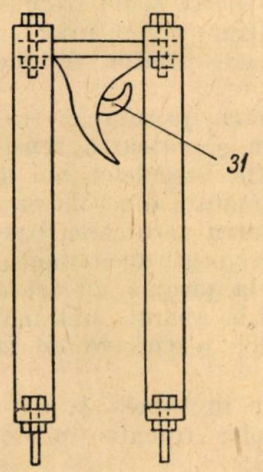


Fig. 2

6. *Dispozitivul pentru reglarea sensibilității* (24) se fixează la pîrghie tot în planul vertical, care trece prin muchea cuțitului de reazim al pîrghiei. Pe tija dispozitivului se poate deplasa la orice înălțime un manșon cilindric (25) pentru reglarea centrului de greutate a pîrghiei, deci a sensibilității acesteia.

7. *Platanul* (9) se suspendă la paftaua (26) a cuțitului de sarcină al pîrghiei cu ajutorul unei vergele cotite (8).

8. Prelungitorul (27) se fixează la brațul scurt al pîrghiei gradate, avînd montat pentru a i se mări greutatea, cursorul paralelipipedic (29).

Dacă este necesar, piesa (27) se prelungește și cu piesa (30) pe care se montează cursorul (29).

piesa de tracțiune (3) și platanul (4) pentru mase-model.

Suportul (1) are greutatea de 1,5 kg, iar piesele (2 și 3) au greutatea de 1 kg, deci toate împreună 2,5 kg.

Suportul (1) se poate demonta în două piese (32 și 33—fig. 3), care se pot asambla și fixa cu ajutorul șurubului (34).

Pentru așezarea suportului (1) pe piesa respectivă, este nevoie ca în prealabil acesta să fie demontat în cele două piese componente.

B. Montarea

Se execută montarea pieselor componente ale apartului și a pîrghiei cu scară gradată pe suportul (10).

1. Se observă ca platanul (9), atunci cînd este suspendat la pîrghie să nu atingă postamentul (10).

2. Suportul indicatorului mobil (12) trebuie să fie montat în așa fel, încît să se evite atingerea cursorului de echilibrare (12) de romană (23), atunci cînd aceasta se găsește pe ultima crestătură a pîrghiei cu scară gradată.

3. Suportul zăvorului (16), fixat la locul necesar după lungimea pîrghiei, se reglează în înălțime cu roata (14), pentru a aduce pîrghia, imobilizată cu zăvorul în poziția orizontală. Poziția pîrghiei se controlează cu ajutorul unei nivele așezate la partea superioară a pîrghiei. După reglarea înălțimei, aceasta se blochează cu ajutorul piuliței-fluture (15).

Pîrghia fiind instalată şi imobilizată cu zăvorul, se va fixa indicatorul (20) în dreptul reperului zero a scării gradate (19) a suportului. Vîrful indicatorului trebuie să se găsească faţă de suprafaţa scării gradată, la o distanţă care să nu depăşească 1,5 mm, pentru a evita erorile de paralaxă.

5. La partea superioară a cuţitului de reazem se montează, numai dacă este necesar, dispozitivul (24) pentru reglarea centrului de greutate a pîrghiei.

Se poate întîmpla ca montarea acestui dispozitiv să aducă pîrghia în echilibru indiferent sau nestabil, lucru care trebuie evitat.

6. Se instalează dispozitivul de ajustare (22) cu talerul (5) în planul vertical care trece prin muchea cuţitului de reazem a pîrghiei şi pe taler se aşează o masă model de 100 g şi cîteva alice.

7. La paftaua (26) se introduce vergeaua cotită (8), iar la aceasta se atîrnă platanul (9).

8. Se montează la braţul scurt al pîrghiei prelungitorul (27), obser înd ca axa acestui braţ să se găsească în plan orizontal cu axa prelungitorului. La prelungitor se montează obişnuit cursorul (29).

9. Pe prelungitor se montează şi dispozitivul cuţitelor de raport (28). De obicei pentru montarea suportului (1), acesta se desface în piesele (32 şi 33 — fig. 3), care după introducerea suportului la prelungitor se reunesc şi se fixează cu ajutorul şurubului (34). Se observă ca muchiile cuţitelor de raport să fie în planul muchiilor celor două cuţite de la pîrghie şi în acel al crestăturilor, pentru ca sensibilitatea sistemului să fie independentă de sarcină.

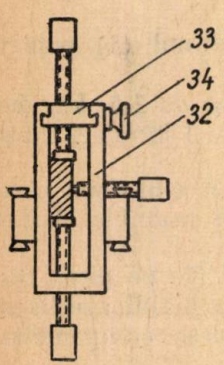


Fig. 3

10. Pîrghia, avînd romana (23) cu dintele în crestătura zero a scării gradate, se aduce în poziţia normală de echilibru, cînd elongaţiile vîrfului indicatorului (20) sînt de mărime egală deasupra şi dedesubtul reperului zero a scării gradate (19).

În acest scop se aşează material pe platanul (9), pînă cînd pîrghia este adusă în poziţia normală de echilibru.

În cazul cînd trebuie să se adauge o cantitate prea mare de material pe platan, atunci se fixează la prelungitorul (27) celălalt prelungitor (30), la care se montează cursorul (29).

Pîrghia se echilibrează din nou cu ajutorul materialului aşezat pe platanul (9) sau prin deplasarea cursorului (29).

11. Este important ca pîrghia instalată la aparat să aibă oscilaţii libere şi uniforme. În acest scop este recomandabil ca reglarea distanţei între cele două braţe ale suportului (6) să se facă după ce pîrghia a fost echilibrată, cînd pot fi observate şi evitate eventualele frecări provocate de contactul coţitului de reazem cu capacele de la cele două braţe. Trebuie observat de asemenea ca distanţa între cele două braţe să nu fie prea mare.

12. O atenţie deosebită va trebui acordată şi la montarea suportului (12), pentru ca extremităţile acestuia (18) să nu facă atingere cu suportul (16).

13. Poziţia platanului (5), care trece prin muchea cuţitului de reazem al pîrghiei, se verifică astfel :

Cînd pîrghia stă în poziţie normală de echilibru, se adaugă pe talerul (5) pe lîngă masa model de 100 g şi alicele, încă cîteva mase model. Dacă poziţia talerului este corectă, atunci pîrghia îşi păstrează poziţia normală de echilibru. In caz contrar talerul se va deplasa pe tija lui de susţinere, pînă cînd pîrghia ia poziţia normală. După această operaţie masele model adăugate se vor ridica de pe taler, pe care vor rămîne numai masa de 100 g şi cele cîteva alice.

C. Verificarea

1. Înainte de verificarea exactităţii trasării crestăturilor la pîrghia supusă controlului, se vor observa următoarele :

— cuţitele pîrghiei trebuie să fie rectilinii, bine ascuţite, fără ştirbituri, crăpături sau alte defecte ;

— muchea cuţitului de reazem să fie în contact cu suprafaţa de sprijin a perniţelor de la suportul (6) pe toată lungimea acesteia ;

— pantele dintelui romanei trebuie să aibă aceiaşi înclinaţie cu pantele crestăturii şi să adere bine pe suprafeţele acestora ;

— romana trebuie să se deplaseze liber şi fără joc dăunător pe braţul respectiv şi nu trebuie să depăşească prima şi ultima crestătură ;

— înaintea verificării, crestăturile trebuie curăţate cu îngrijire.

2. Erorile tolerate pentru justeţe la trasarea crestăturilor, precum şi valoarea sensibilităţii practice la pîrghiile basculelor noi şi reparate, se propun a fi jumătate din cele prevăzute în instrucţiunile pentru verificarea basculelor, deoarece frecările provocate de contactul cuţitelor şi perniţelor de la pîrghia cu scară gradată supusă controlului la aparat, sînt mai mici decît frecările pieselor respective de la o bascul pod.

Aceste valori sînt date în tabela 1.

Pentru pîrghiile basculelor romane în uz, erorile tolerate se dublează.

3. Se trece apoi la verificarea trasării crestăturilor, care se pot executa prin una din următoarele trei metode :

Metoda 1, poate fi utilizată pentru verificarea crestăturilor de la basculele romane de orice sarcină maximă şi în deosebi a celor de la basculele pod de sarcini mari.

Pîrghia cu scară gradată supusă controlului este montată la aparat aşa cum s-a arătat în

capitolul precedent; se deplasează romana (23—fig. 1) pe ultima crestătură a pîrghiei, iar pe planul (4) se adaugă mase-model pînă la stabilirea aproximativă a poziției de echilibru a pîrghiei. Valoarea maselor-model este astfel aleasă încît să se împartă exact la numărul diviziunilor brațului principal cu scară gradată.

Tabela 1

Sarcina	Pîrghia neîncărcată (fără mase-model pe platan)	Între prima crestătură după zero și cea corespunzătoare sarcinei de 20 % din sarcina maximă	Între crestătura corespunzătoare sarcinei de 20 % din sarcina maximă și cea corespunzătoare sarcinei maxime
Eroarea toterată	± 0,05 ‰ din valoarea maselor model așezate pe platan, cînd romana este pe ultima crestătură	± 0,1 ‰ din valoarea maselor model așezate pe platan, cînd rama este pe ultima crestătură	± 0,5 ‰ din valoarea maselor model de pe platan

Poziția normală de echilibru a pîrghiei se obține prin adăugare sau scoatere de alice din talerul (5).

Valoarea maselor model de pe palatanul (4) pentru o diviziune este valoarea maselor model de pe platan, atunci cînd romana se găsește la ultima crestătură, împărțită la numărul diviziunilor.

Se controlează apoi crestăturile începînd de la ultima pînă la prima crestătură după zero.

Dacă la una din crestături se constată că pîrghia nu este în poziție normală de echilibru, atunci se adaugă sau se scot, după caz, de pe platanul (4) mase model egale în valoare cu eroarea tolerată prevăzută în tabelă pentru valoarea corespunzătoare a crestăturii controlate. În acest caz pîrghia trebuie să ia cel puțin poziția normală de echilibru pentru a fi considerată admisă la verificare.

Se controlează de asemenea sensibilitatea la unele din crestături, așa cum se va arăta mai jos :

Exemplul 1. Se verifică pîrghia cu scară gradată de la o basculă pod pentru vagoane de 100.000 kg sarcină maximă, în uz, valoarea unei diviziuni a scării gradate de pe brațul principal fiind de 10.000 kg.

Romana (23) se deplasează la crestătura 100.000 kg. Se adaugă pe platanul (4) mase-model pînă se stabilește aproximativ poziția de echilibru. Se adaugă spre exemplu 15,6 kg. Pentru obținerea poziției normale de echilibru se procedează prin ajustarea romanei cu alice pe talerul (5).

Se controlează apoi sensibilitatea pîrghiei prin adăugarea pe platanul (4) a unor mase model de 15,6 g, ceea ce reprezintă 1‰ din masele de 15,6 kg de pe platanul (4), cînd vîrful indicatorului (20) trebuie să arate o deplasare a poziției de echilibru a pîrghiei de cel puțin 3 mm. În continuare se mută romana pe crestătura 90.000 kg cînd pe platanul (4) se lasă numai 14,040 kg mase model, căci sarcina pe platan pentru o diviziune este de 1,560 kg, adică 15,6 divizat la 10.

Dacă eventual se constată că pîrghia nu-și mai păstrează poziția normală de echilibru, indicatorul (20) ridicîndu-se deasupra reperului zero de pe scara gradată (19), se scot atunci de pe platan 14,04 g sau rotunjit 14,1 g. Pentru ca pîrghia să fie considerată admisă la această încercare, indicatorul va trebui să coboare cel puțin pînă la reperul zero.

Totodată, pentru sensibilitate se observă dacă schimbarea de echilibru a pîrghiei în acest caz a fost de cel puțin 3 mm.

Se continuă cu verificarea crestăturilor pîrghiei pînă la prima crestătură după zero, ținînd seama că pentru crestăturile corespunzătoare valorilor de 20.000 kg și 10.000 kg, eroarea tolerată este de 0,2‰ din 15, 6 kg, adică de 3,12 g.

Se verifică, așa cum s-a recomandat, sensibilitatea la cîteva crestături. Dacă se constată că pîrghia nu are aceeași sensibilitate la ultima și la prima crestătură, aceasta denotă că muchiile cuțitelor dispozitivului (28) nu se află chiar pe planul orizontal al crestăturilor. Aceasta se remediază prin deplasarea pe verticală a dispozitivului cu ajutorul șuruburilor respective. În acest caz se controlează din nou poziția pe orizontală a dispozitivului (28), se reface, dacă este necesar, tara pîrghiei și ajustarea romanei, iar operația de verificare a crestăturilor se execută din nou, așa cum a fost arătat mai sus.

Ca ultimă operație se verifică pîrghia neîncărcată, cînd eroarea tolerată este de 0,1‰ din 15,6 kg, adică este de 1,56 g sau rotunjit 1,6 g.

Metoda 2 este utilizată la verificarea pîrghiilor cu scară gradată de la basculele romane cu valori mai mici, spre exemplu, pînă la 5.000 kg.

Pîrghia fiind montată pe aparat și avînd romana pe crestătura zero, se execută echilibrarea pîrghiei prin adăugare de material pe platanul (9), dispozitivul cuțitelor de raport nefiind încă montat.

Dacă este nevoie să se adauge o cantitate prea mare de material pe acest platan, atunci se montează la brațul scurt al pîrghiei prelungitorul (27) pe care eventual se montează cursorul (29).

Aducerea pîrghiei în poziție normală de echilibru se efectuează în continuare, așa cum a fost expus la cap. „Montare".

Se montează apoi suportul (1) al dispozitivului cuțitelor de raport (28) și șuruburile lui de fixare se strîng deocamdată numai ușor.

Romana se deplasează la una din crestăturile scării gradate, iar suportul (1) se deplasează de asemenea într-o parte sau alta pe brațul scurt al pîrghiei sau pe unul din pre-

lungitoare, pînă cînd pîrghia se aduce în poziție normală de echilibru. Atunci șuruburile de fixare a suportului (1), se strîng definitiv.

Am determinat în acest mod care este valoarea maselor model ce trebuie adăugate pe platanul (4), atunci cînd romana este deplasată cu o diviziune, așa cum se va vedea în exemplul 2 de mai jos.

La cuțitele suportului (1) se suspendă paftalele (2), iar la acestea piesa (3) și platanul (4).

Se aduce romana pe crestătura zero, iar pîrghia se echilibrează din nou cu ajutorul materialului pe platanul (9) sau a cursorului (29).

Verificarea crestăturilor se execută la fel ca la metoda 1.

Exemplu 2. Se verifică pîrghia cu scară gradată de la o basculă romană pod cu sarcină maximă de 5.000 kg, în uz, valoarea unei diviziuni a scării gradate de pe brațul principal fiind de 100 kg.

Romana se deplasează la crestătura 1.000 kg, adică cu 10 diviziuni. Suportul (1) în greutate de 1,5 kg se deplasează pînă cînd pîrghia este adusă în poziție normală de echilibru.

În acest caz valoarea pentru o diviziune este de

$$1{,}5 \text{ kg} : 10 = 0{,}15 \text{ kg}$$

sau de 150 g.

După montarea platanului (4), pentru fiecare deplasare a romanei cu o diviziune, este necesar să se modifice valoarea maselor model de pe acest platan cu 150 g.

Se deplasează romana pe ultima crestătură, cea de 5000 kg și se așează pe platanul (4) mase model în valoare de 7,5 kg.

Dacă pîrghia nu ia poziția normală de echilibru se ajustează romana prin adăugare sau scoatere de alice din talerul (5).

Pentru sensibilitate se adaugă pe platanul (4) mase model de 7,5 g, cînd deplasarea poziției de echilibru trebuie să fie de cel puțin 3 mm.

Verificarea celorlalte crestături se execută așa cum a fost arătat la exemplul 1, scoțînd pentru fiecare deplasare a romanei cu o diviziune, cîte 150 g de pe platanul (4).

Metoda 3 se utilizează la verificarea crestăturilor pîrghiilor la care materialul pentru echilibrare și masele model încap pe platanul (9). La această metodă nu se mai utilizează dispozitivul cuțitelor de raport (28).

Se stabilește poziția de echilibru a pîrghiei cu romana pe crestătura zero, prin adăugare de material pe platanul (9).

Se deplasează apoi romana pe ultima crestătură, adăugîndu-se mase-model pe același platan, pînă la stabilirea aproximativă a poziției de echilibru a pîrghiei. Valoarea maselor-model este astfel aleasă încît să se împartă exact la numărul diviziunilor. Poziția normală de echilibru a pîrghiei se obține prin adăugare sau scoatere de alice de pe talerul (5).

Valoarea maselor model de pe platanul (9) pentru o diviziune este egală cu : valoarea maselor model de pe platan atunci cînd dintele romanei se găsește în ultima crestătură, împărțită la numărul diviziunilor.

Exemplu 3. Se verifică pîrghia de la o basculă romană pod de 10.000 kg, la care a trebuit să se adauge 70,830 kg pe platanul (9) atunci cînd romana era la crestătura 10.000 kg. Pentru o diviziune de 1000 kg, urmează că ar trebui să se așeze pe platan 7,083 kg.

Operația de verificare a crestăturilor se execută așa cum s-a arătat la exemplul 1.

4. În cazuri excepționale și numai pentru pîrghiile basculelor pod de cale ferată cu sarcini mari, se poate executa verificarea reperelor (crestăturilor) de la prima lamelă cu scară gradată la aparatul descris, căci în mod obișnuit verificarea acestor repere se execută prin încărcare directă de mase model pe platforma basculei.

Verificarea la aparat se execută astfel :

După ce se controlează crestătura corespunzătoare sarcinei de 10% din sarcina maximă prin metoda 1, se verifică cel puțin patru repere ale primei lamele și anume 1/4, 1/2, 3/4 și ultimul.

Valoarea maselor model ce trebuie adăugate pe platanul (4) corespunzătoare unei diviziuni de la lamelă, este de 1/10 din valoarea maselor model pentru o diviziune de la brațul principal cu scară gradată.

Exemplu 4. Se verifică prima lamelă de la romana pîrghiei basculei pod de 100.000 kg din exemplul 1. Valoarea maselor model pentru o diviziune a acestei lamele este de 156 g.

Verificarea pentru justețe a reperelor se execută așa cum s-a arătat la exemplul 1.

* * *

Din cele expuse reese avantajul utilizării acestui aparat pentru pîrghiile basculelor pod de sarcini mari.

După metoda folosită în prezent la noi în țară, pentru cele mai multe poduri bascule de vagoane, la verificarea crestăturii de 40.000 kg spre exemplu, trebuie să se încarce pe platforma basculei mase model și material în greutate de 40.000 kg, ceea ce este foarte dificil și cere un timp destul de lung.

Prin utilizarea aparatului descris mai sus, pentru verificarea aceleiași crestături este nevoie numai de aproximativ 25 kg mase model.

Verificarea crestăturilor de la basculele romane fiind o operație care deabea acum începe să fie introdusă pe o scară mai largă la noi în țară, articolul de față poate servi ca material documentar pentru metrologii din cadrul Direcției Generale de Metrologie și pentru tehnicienii de la calea ferată și din intreprinderi care se ocupă în deosebi cu construcția recondiționarea și verificarea basculelor romane.

Verificarea internă în întreprinderi a manometrelor diferențiale (debitmetrelor) indicatoare, integratoare și înregistratoare cu bandă

Ing. V. SIDORCIUC

Производимая в промежутке между двумя обязательными Государственными поверками внутрифабрично-заводская поверка измерительных и контрольных приборое играет важную роль при обеспечении качественной продукции. В настоящей статьуказывается необходимая аппаратура и способ поверки дифференциированных указая тельных интеграционных, записывающих ленточных измерителей.

★

Le contrôle périodique interne des instrument de mesure effectué par les organes des entreprises dans l'intervale des vérifications obligatoires d'état détient un rôle important dans une production de qualité.

L'auteur indique l'appareillage nécessaire et la méthode de vérification des compeurs différentiels de débit, à indicateurs, intégrateurs et enrégi-treur sur papier.

Inainte de a se trece la verificarea manometrelor diferențiale (debitmetrelor) acestea vor fi supuse unei revizii preliminare executîndu-se, de la caz la caz, operațiunile necesare de remediere a defectelor, pentru ca aparatul să corespundă scopului destinat. Astfel :

1. Capacul aparatului să fie prevăzut cu geam perfect etanș, avînd o garnitură de cauciuc sau cu chit, care să asigure etanșeitatea contra prafului și stropirilor. De asemenea se controlează dacă sticla este de calitate, astfel încît să permită citirea corectă a indicatorului, integratorului și înregistratorului.

2. Capacul să fie prevăzut cu broască pentru a se putea încuia sau cu urechi pentru plombare.

3. Aparatul să fie vopsit uniform și să nu prezinte în interior sau exterior loviri, zgîrieturi, urme de cojire, pete sau alte defecte.

4. Cadranul să fie vopsit în alb, fără luciu, pentru a permite citirea, iar diviziunile să fie trasate citeț pe scală cu vopsea neagră.

5. Excentricitatea axului acului indicator, față de centrul orificiului scalei, să nu depășească 1 mm.

6. Acul indicatorului să fie distanțat de cadran cu maximum 4 mm, iar deplasarea acestuia să se facă în plan paralel cu cadranul.

7. Lama acului să acopere minimum 1/3 și maximum 2/3 din cea mai scurtă diviziune a scalei.

8. Aparatul să aibă înscris pe cadran unitatea de măsură, constanta scalei, precum și celelalte caracteristici.

9. Aparatul să fie prevăzut cu nivelă sau fir cu plumb, pentru fixarea corectă.

10. Etanșeitatea să fie perfectă, astfel încît la proba hidraulică cu presiunea de 1% din presiunea de lucru, să nu nu observe timp de 10 minute, scăderea presiunii.

Manometrul diferențial (Debitmetrul) care satisface condițiile de mai sus, este supus verificării. Această verificare constă din :

A. Verificarea indicațiilor debitmetrului.

B. Verificarea integratorului.

C. Verificarea mersului diagramei.

Pentru executarea acestor verificări, este necesar următorul aparataj :

a. Manometru cu mercur, cu limita superioară de măsurare de 1100 mm. col. Hg. (în formă de *U* sau cu rezervor).

b. Manometru cu apă, cu limita superioară de măsurare de 1100 mm. coloană apă (în formă de *U* sau cu rezervor).

c. Cronometru (pentru debitmetrele înzestrate cu mecanism de ceasornic pentru antrenarea diagramei).

d. Ceas electric etalon (pentru debitmetrele înzestrate cu motor sincron pentru antrenarea diagramei).

e. Sursa de curent.

Inainte de a se începe verificările se va controla dacă montajul completului debitmetrului și conexiunile lui, sînt făcute corect din punct de vedere tehnic (fig. 1).

A. VERIFICAREA INDICAȚIILOR MANOMETRULUI DIFERENȚIALI (DEBITMETRULUI) se efectuează prin com-

parație cu indicațiile manometrului (cu mercur sau cu apă), racordat la instalația care se verifică.

Verificarea se face pentru 8 diviziuni ale scării, distribuite uniform pe toată scara. Diviziunile alese vor cuprinde atît pe cele numerotate cît și pe cele nenumerotate. Divizi-

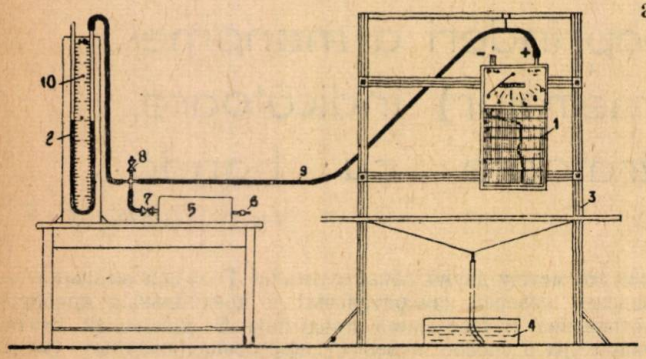


Fig. 1

unile alese trebuie să cuprindă diviziunile care corespund la 30% și 100% din debitul de calcul, sau la 10% și 100% din căderea maximă.

Operația de verificare se execută astfel:

—. Se egalizează presiunile și se constată dacă acul aparatului se stabilește în dreptul diviziunei zero a scării, iar penița în dreptul liniei de zero a diagramei.

2. Dacă manometrul diferențial (debitmetrul) care se verifică este prevăzut cu dispozitiv de înregistrare, se urmărește ca linia trasată de peniță pe diagrama imobilă, deviază de la linia timpului cu maximum 0,5 mm. Deplasarea peniței de la linia de zero a diagramei pînă la linia care corespunde căderii de presiune maxime se obține prin mărirea căderii de presiune de la zero pînă la valoarea limită și apoi prin micșorarea căderii pînă la zero.

3. Se calculează constanta aparatului cu formula:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{H}} \qquad (1)$$

unde

Q = debitul aparatului.

H = căderea de presiune maximă a aparatului.

Din această formulă se calculează H, valoarea căderii pentru o diviziune oarecare a scării:

$$Q = K\sqrt{H} \quad (2) \qquad H = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 \qquad (3)$$

Se efectuează calculul căderilor, corespunzătoare scăderii sau diagramei alese pentru verificare.

4. Se produce căderea de presiune la care acul aparatului sau penița dispozitivului de înregistrare se vor stabili pe prima diviziune care se verifică (socotind de la diviziunea zero).

După ce acul și penița manometrului diferențial se stabilesc în dreptul diviziunii care se verifică, se citește etalonul. După înscrierea indicațiilor aparatului în fișa nr. 1 căderea este mărită putînd astfel să verificăm diviziunile următoare de pe scara sau diagrama debitmetrului.

B. *VERIFICAREA MECANISMULUI DE INTEGRARE* se face la mersul acului înainte și înapoi, stabilind în prealabil căderile care corespund cu 30, 50, 80 și 100% din debitul aparatului calculat cu formula (2).

FIȘA DE VERIFICARE A DEBITMETRULUI DIFERENȚIAL (FIȘA NR. 1)

Diviziunile care se verifică în unități de debit	Căderea teoretică h corespunzătoare diviziunii scării ce se verifică mm C.A. sau mm col Hg.	Indicațiile manometrului model		Erorile raportate %		Variația indicației	Observații
		La mersul înainte h_1	La mersul înapoi h_2	La mersul înainte $\delta_1 = \frac{h-h_1}{h}100$	La mersul înapoi $\delta_2 = \frac{h-h_2}{h}100$	$\frac{h_1-h_2}{h}100$	

Fișa Nr. 1

Această verificare cuprinde următoarele faze:

1. Cu ajutorul formulei (2) se calculează căderea care corespunde la 30% din debitul teoretic, iar valoarea ei se înscrie în fișa nr.2, după care, ținînd seama de indicațiile manometrului model, se produce căderea calculată.

FIȘA DE VERIFICARE A INTEGRATORULUI (FIȘA NR. 2)

Debitul în % al debitului de calcul		Căderea care corespunde debitului dat	Prima citire		A doua citire		$\Delta c = c_2 - c_1$	$\Delta t = t_2 - t_1$	Eroarea contorului %
			După contor c_1	După cronometru t_1	După contor c_2	După cronometru t_2			
Mersul înainte	30								
	50								
	80								
	100								
Mersul înapoi	30								
	50								
	80								
	100								

Fișa Nr. 2

2. Se pornește mecanismul de ceasornic sau motorul sincron care pune în mișcare mecanismul integrator și, în momentul apariției în contor a cifrei de rînd, se face citirea contorului. Concomitent se pornește cronometrul sau ceasul electric model (dacă mecanismul este antrenat de motor electric sincron). Datele se înscriu în tabelul 2.

3. In momentul apariției în contor a cifrei următoare de rînd, se face o a doua citire a

contorului și se oprește concomitent cronometrul.

Intervalele de timp dintre citirile contorului nu trebuie să fie mai mici decît următoarele valori :

în cazul :

30%. . . . . t = 60 minute.
50%. . . . . t = 30 minute.
80%. . . . . t = 25 minute.
100%. . . . . t = 15 minute.

4. Se produc căderi pentru aceleași diviziuni la mersul înapoi al acului sau a peniței și se fac citirile respective, care se înscriu în fișă.

5. Pentru fiecare debit se calculează valoarea constantei contorului după formula :

$$K_{cont} = \frac{G \cdot T}{A \cdot 3600} \qquad (4)$$

unde

K_{cont} = constanta contorului.
G = debitul în m³/oră
T = timpul de verificare a diviziunii în secunde.
A = diferența între indicațiile contorului.

Pentru diferite diviziuni valoarea constantei contorului nu trebuie să difere cu mai mult de ± 2%.

6. Se calculează valoarea medie a constantei contorului, după formula :

$$K = \frac{K_{cont\,1} + K_{cont\,2} + K_{cont\,3} + \ldots K_{cont\,n}}{n} \qquad (5)$$

Fiecare K_{cont} nu trebuie să difere de K decît cu cel mult ± 2%.

7. Se calculează eroarea relativă a contorului pentru toate diviziunile care se verifică, cu ajutorul formulei :

$$\delta = \frac{3\,600 \cdot \Delta c \cdot K - Q \cdot \Delta t}{Q \cdot \Delta t} \cdot 100 =$$

$$= \left[\frac{3\,600 \cdot \Delta c \cdot K}{Q \cdot \Delta t} - 1\right] \% \qquad (6)$$

în care :

δ = eroarea relativă a contorului.
Δc = diferența între citirile inițiale și finale ale contorului.
K = constanta contorului.
Δt = intervalul de timp în secunde între citirile inițiale și finale ale contorului.

C. *VERIFICAREA MERULUI DIAGRAMEI*

Se procedează în felul următor :

1. Se pornește mecanismul de antrenare a diagramei și se produce o cădere de presiune de cel puțin 50 % din căderea maximă. In momentul cînd penița dispozitivului înregistrator va trece pe diagramă printr-o diviziune de timp, se pornește cronometrul (sau ceasul electric). In momentul cînd penița va trece prin diviziunea de timp următoare, după 6 ore dela pornire, se oprește cronometrul. Rezultatul citirilor se înscriu în fișa nr. 3.

2. Se calculează eroarea mersului diagramei cu ajutorul formulei :

$$\delta = 3600\ [G - (t_2 - t_1)] \qquad (7)$$

unde

δ = eroarea mersului diagramei.
$t_2 - t_1$ = intervalul de timp în ore.
G = debitul în m³/oră.

FIȘA DE VERIFICARE A MERSULUI DIAGRAMEI (FIȘA NR. 3)

Prima citire a timpului		A doua citire a timpului		Eroarea mersului diagramei în secunde
După diagramă	După cronometru sau ceas electric t_1	După diagramă	După cronometru sau ceas electric t_2	

Fișa Nr. 3

CONDIȚII NECESARE

1. Eroarea fundamentală admisibilă a debitmetrelor, diferențiale pentru aparatele indicatoare, integratoare și înregistratoare, nu trebuie să depășească valorile indicate în tabelul de mai jos :

Clasă de precizie a aparatului	Eroarea fundamentală admisibilă a aparatelor în % din valoarea căderii maxime		Eroarea fundamentală admisibilă a contorului în % din valoarea reală a cantității care se măsoară
	Fără aparatul secundar sau în ansamblu cu un aparat	In ansamblu cu două aparate secundare	
1	± 1	± 2	± 1,5
1,5	± 1,5	± 2,5	± 2,5

2. Dacă nu există cădere de presiune, tubul sau penița trebuie să fie situate în dreptul diviziunii zero a scării sau diagramei. Se admite abaterea lamelei acului sau peniței de la poziția arătată cu cel mult jumătate din valoarea absolută a erorii fundamentale admisibile.

3. Acul sau penița aparatului nu trebuie să-și schimbe poziția cu mai mult de jumătate din eroarea de bază admisibilă, în urma unei ciocniri ușoare în aparat.

4. In cazul funcționării debitmetrului într-un mediu cu o temperatură mai mare cu 10 pînă la 60°C față de cea normală, eroarea suplimentară nu trebuie să depășească jumătatea erorii fundamentale admisibile.

5. Eroarea mersului diagramei aparatului înregistrator nu trebuie să depășească 75 secunde în 6 ore.

6. Acul sau penița aparatului trebuie să aibă mersul lin fără sărituri.

1. Viitoarea sesiune a „Comitetului internațional de măsuri și greutăți".

Biroul Comitetului internațional de măsuri și greutăți a fixat pentru 1 octombrie 1956 data deschiderii sesiunei ordinare a acestui Comitet, care va avea loc la sediul Biroului Internațional de măsuri și greutăți, de la Sèvres — Franța.

Pentru această sesiune, în afară de cîteva ședințe de lucru în comisiuni, sînt prevăzute patru ședințe plenare.

De la ultima „*Conferință generală de măsuri și greutăți*" din 1954, aceasta este prima sesiune a Comitetului Internațional.

Pe lîngă problemele obișnuite privind supravegherea și dirijarea activității Biroului internațional, în această sesiune Comitetul internațional va avea de discutat probleme metrologice de importanță deosebită.

Una dintre cele mai importante chestiuni ce va figura pe ordinea de zi a Comitetului se referă la „*noua definiție a unității de timp*".

Reamintim că în legătură cu această nouă definiție, Conferința generală din 1954 a luat următoarea hotărîre :

„*A 10-a Conferință generală de măsuri și greutăți, recunoscînd necesitatea și urgența de a se da mai multă precizie definiției unității fundamentale de timp, considerînd că sfîrșitul studiului acestei chestiuni este iminent, dă Comitetutului Internațional de măsuri și greutăți puterea de a decide asupra acestui punct.*

Această hotărîre a fost luată pentru a nu se amîna precizarea noii definiții a secundei pînă în 1960 cînd va avea loc viitoarea sesiune a Conferinței generale.

In prezent toate lucrările în legătură cu această problemă sînt terminate. Forurile științifice internaționale de specialitate au avizat favorabil definiția propusă în 1954 de Comitetul internațional de măsuri și greutăți.

In aceste împrejurări, în sesiunea sa din Octombrie, Comitetul internațional urmează a stabili forma definitivă pentru *noua definiție a secundei de timp*, definiție care urmează să fie apoi adoptată pe plan internațional.

O altă problemă extrem de importantă de care va trebui să se preocupe Comitetul internațional este în legătură cu „*definiția metrului*"

Problema definirei metrului pe baza unei lungimi de undă a unei radiații monocromatice, discutată amplu în sesiunea precedentă a Comitetului internațional (1954) cît și în ultimele două sesiuni ale Conferinței generale de măsuri și greutăți (1948 și 1954), va trebui să-și capete o soluționare definitivă la Conferința generală din 1960*).

Pentru aceasta Comitetul internațional va trebui să analizeze stadiul actual al cercetărilor și lucrărilor de tot felul întreprinse în acest scop, atît la Biroul Internațional cît și la celelalte laboratoare metrologice din diferite țări.

Este probabil că pentru studierea în amănunt a acestei chestiuni să se convoace în prealabil „*Comitetul consultativ pentru definiția metrului*", care, precum se știe, este compus numai din metrologi și personalități cu recunoscute preocupări științifice în acest domeniu.

Desigur că Comitetul consultativ va fi convocat în acest an numai dacă, pe baza datelor primite, Biroul Comitetului Internațional va găsi că este suficient de avansat stadiul lucrărilor interferometrice și al studiilor lămpilor pentru radiații luminoase perfect monocromatice, întreprinse în legătură cu eventuala schimbare a actualei definiții a metrului.

Intre punctele ordinei de zi a sesiunii Comitetului internațional va figura desigur încă o problemă destul de importantă pentru progresul metrologiei — aceea a *retrasării reperelor pe metrii prototipi naționali* în scopul ridicării preciziei comparațiilor metrologice ce se efectuiază cu aceste etaloane.

2. Viitoarea definiție a secundei

După actuala definiție *secunda este a 86400 a parte din ziua solară mijlocie.*

Această definiție nu permite asigurarea unei precizii care să satisfacă exigențele științei și tehnicei actuale.

Timpul solar mijlociu pe care este bazată definiția de mai sus, legat de mișcările pămîntului în spațiu, se determină în mod practic prin observarea astronomică a aștrilor.

Determinările de timp efectuate în acest mod de diferite observatoare astronomice din lume, prezintă discordanțe cauzate de iregularitatea rotației pămîntului și de mișcările axei polilor.

Deși aceste discordanțe nu sînt prea mari, totuși ele devin supărătoare cînd este vorba de o precizie de ordin foarte ridicat, mai ales în determinările de durate de timp foarte scurte

În urma numeroaselor studii și discuții din ultimii ani, s-a recunoscut în mod unanim necesitatea schimbării definiției actuale a secundei.

In 1954 Comitetul internațional de măsuri și greutăți, sintetizînd rezultatul studiilor menționate, a propus Conferinței Generale de măsuri și greutăți o nouă definiție prin care se înlătură deficiențele semnalate.

Deoarece asupra noii definiții, aprobată principial de Conferința generală, trebuia luat în prealabil și asentimentul Uniunei astronomice internaționale, s-a lăsat Comitetului Internațional sarcina de a hotărî în mod definitiv adoptarea noii definiții.

In august 1955 a avut loc la Dublin adunarea generală a *Uniunei Astronomice internaționale*. Această adunare generală (comisia 31) a aprobat propunerea făcută de Comitetul internațional și a dat o rezoluție al cărei text îl reproducem mai jos împreună cu explicațiile suplimentare respective :

Rezoluția 1.

„Adunarea generală a Uuniunei astronomice internaționale aprobă următoarea definiție a secundei, propusă de Comitetul internațional de măsuri și greutăți; secunda este fracțiunea 1/31.556.925,975 din durata anului tropic pentru 1900,0"

*Valoarea mai precisă, corespunzînd exact tabelelor soarelui ale lui Newcomb, este 1/31 556.925,97474)**)

Explicații.

Timpul solar mijlociu sau universal furnizat de rotația pămîntului este dedus, în practică, din observarea stelelor.

Timpul efemeridelor, variabilă fundamental independentă a ecuațiilor mișcării corpurilor cerești, este argumentul efemeridelor astronomice.

Secunda de timp a efemeridelor este unitatea de timp definită prin rezoluția 1.

Comparația pozițiilor tabelare a corpurilor cerești convenabil alese, și a pozițiilor observate în *timp universal* dă diferența Δt, (Timp al Efemeridelor minus Timp Universal).

In practică, Timpul Efemeridelor este timpul pentru care poziția observată a lunei coincide cu poziția scoasă din efemerida calculată în aceeași scară de timp ca efemerida solară, conform deciziilor internaționale. Pentru anii 1952 la 1959, această efemeridă este publicată în volumul „Improved Lunar Ephemeris 1952 —1959"; începînd din 1960 ea va fi publicată anual în „Efemeride naționale".

Pentru a se obține o frecvență ν corespunzînd unității invariabile definită în Rezoluția 1, calea este următoarea :

a) Frecvența ν este obținută utilizînd ca unitate de timp secunda de timp universal furnizată de semnalele orare radiotelegrafice emise de serviciile orare naționale.

b) Corecțiile acestor semnale, deduse ulterior din observațiile stelelor, sînt publicate regulat de serviciile orare. *Biroul internațional al orei* publică anual corecțiile definitive ale semnalelor orare emise din diversele observatoare.

c) Diferențele Δt, Timp al Efemeridelor minus Timp Universal, corespunzătoare fiecărui an, sînt publicate actualmente cu un decalaj de doi sau trei ani. Ele sînt deduse din ocultațiile stelelor prin lună și din observațiile meridiene ale lunei. Se speră că într-un viitor apropiat un program de observații cu „dual — rate Moon position Cameras" arătate de Marcovitz în V. S. Naval Observatory, va asigura determinarea diferenței Δt mai rapid și cu mai mare precizie.

d) Fie $D\ \Delta\ t$ variația anuală a lui Δt, dedusă din o serie de valori anuale ale lui Δt cu ajutorul unei formule convenabile de diferențiere numerică.

Dacă $\Delta\ t$ este exprimat în secunde, frecvența V_E care corespunde definiției secundei din Rezoluția 1, este dată de :

$$\nu_E = \nu_U \left(1 - \frac{D\Delta t}{31.556.925{,}975} \right)$$

$$= V_U \ (1 - 3{,}1689.10^{-8}\ D\ \Delta t)$$

e) Dacă frecvența unui etalon atomic ar putea fi raportată cu o precizie suficientă la secunda din Rezoluția 1, etalonul atomic ar putea furniza imediat secunda.

*

Determinările astronomice de timp sînt afectate de variațiile sezoniere ale rotației pămîntului și de mișcările globului. Aceste cauze antrenează discordanța în determinările de timp ale diverselor observatoare. Actualmente aceste efecte nu pot fi corijate de o manieră definitivă, decît după mai mulți ani. Corecții provizorii putînd fi totuși aplicate imediat, incertitudinea care rezultă astfel pentru Timpul Universal este cel mult de ordinul de mărime al incertitudinii asupra valorilor anuale ale lui $\Delta\ t$.

Determinările de frecvență ce corespunde secundei de Timp Universal, variabil, făcute în laboratoare, vor contribui eficace la studiul variațiilor sezoniere ale rotației pămîntului.

3. Comitetul Consultativ de electricitate

Comitetul consultativ de electricitate, care este un organ ajutător al Comitetului internațional de măsuri și greutăți pentru problemele de electricitate nu s-a mai întrunit din 1952. Membrii acestui Comitet consultativ precum și cei ai Comitetului internațional au fost solicitați să comunice la Sèvres studiul cercetărilor

*) N. R. Notația 1900,0 reprezintă 1 ianuarie 1900 la ora 12 timp universal.

de tot felul în domeniul măsurilor electrice de înaltă precizie, în scopul de a se aprecia dacă este necesar sau nu convocarea în acest an a Comitetului consultativ pentru a se trece la acțiuni mai eficace în problemele legate de precizia măsurilor electrice și păstrarea unităților electrice în lume.

In această privință sînt de luat în considerare și metodele electronice care în ultimii ani au făcut progrese simțitoare.

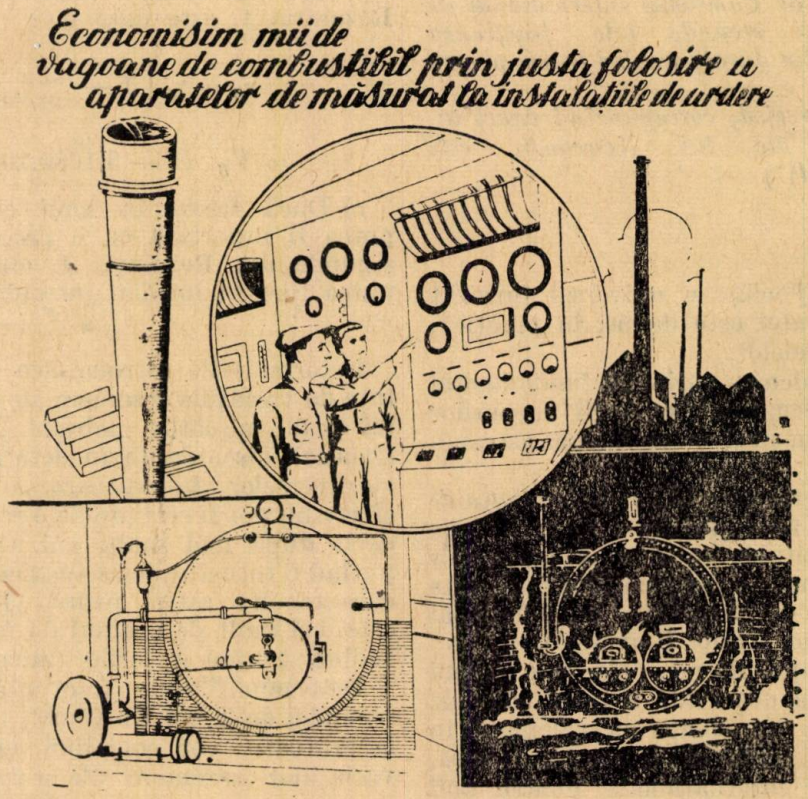
Este demn de amintit că pe baza propunerilor din 1952 și din anii precedenți ale Comitetului Consultativ de electricitate, este realizată în prezent o mulțumitoare coordonare în măsurările electrice din diferite țări, pe calea intercomparațiilor ce se fac periodic la Biroul internațional între etaloanele menționate.

Astfel de intercomparații au fost efectuate în 1953 și 1955.

In ceea ce privește realizarea etaloanelor de rezistență și de forță electromotoare, de calitate superioară, se fac neîncetat eforturi în toate laboratoarele metrologice mai importante.

Menționăm că la Institutul de Metrologie de pe lîngă Direcția Generală de Metrologie, s-a realizat în acest sens elemente Weston monotubulare în ulei închise în vase Dewar la care măsurarea temperaturii se face pe cale electrică, fără a necesita folosirea unui termometru.

Un astfel de element Weston va fi trimis la Biroul internațional pentru examinare și etalonare.



VIII 7
2434

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
OBMEN - CHIEE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECŢIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIŞTRI

7

Iulie 1956

REVISTA

„METROLOGIA APLICATA“

SE GĂSEŞTE DE VÂNZARE LA

LIBRĂRIA ACADEMIEI

CALEA VICTORIEI Nr. 27 — BUCUREŞTI

Nr. 7
IULIE
1956

METROLOGIA APLICATĂ

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

APARE SUB CONDUCEREA UNUI COMITET DE REDACȚIE

SUMAR

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Pag.

Prof. ED. NICOLAU: Metode curente de măsurare a frecvențelor radio și preciziile realizate cu ele 3

Ing. AL. MOGA: Măsurarea alezajelor mici și foarte mici 10

Ing. R. SEPTILICI, Ing. M. ȘERBANESCU și Ing. TR. CÎRSTEANU: Calibre de sticlă 17

Ing. L. BADEA: Măsurarea debitelor fluidelor în procesele chimice. (Partea I-a) 24

M. SOLOMON și Ing. F. COSMIȚA: Metode și aparate de termostatare folosite în măsurări 28

Ing. A. SZENDE: Dinamometre electrice moderne pentru turații înalte 34

Ing. M. ALDEA: Supapele de siguranță. Dimensiuni, caracteristici constructive, încercări. (Partea II-a) 39

Ing. GH. IVANOVICI: Cîteva considerente și propuneri în legătură cu modificarea standardului de stat 2810-51 privind „Măsuri-tip și aparate de măsurat-tip-terminologie" 44

INFORMAȚII METROLOGICE

REDACȚIA
ȘI
ADMINISTRAȚIA

DIRECȚIA GENERALĂ DE METROLOGIE

Str. ȘTIRBEI VODĂ, 186
TELEF. 62031

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Проф. ЭД. НИКОЛАУ: Обычные способы измерения радиочастот и достигнутые ими точности 3

Инж. АЛ. МОГА: Измерение малых и весьма малых расточек 10

Инж. Р. ШЕПТИЛИЧ, инж. М. ШЕРБАНЕСКУ, инж. ТР. КЫРСТЯНУ: Стекляные калибры . . 17

Инж. Л. БАДЯ: Измерение расхода жидкостей при химических процессах (Часть I) 24

М. СОЛОМОН и инж. Ф. КОСМИЦА: Методика и аппаратура применяемые при обмерах для выдержки в термостатах 28

Стр.

Инж. А. СЭНДЕ: Современные электрические динамометры высоких скоростей вращения . . . 34

Инж. М. АЛЬДЯ: Предохранительные клапаны. Размеры, конструктивная характеристика, испытания (Часть II) 39

Инж. Г. ИВАНОВИЧ: Некоторые соображения и предложения в связи с изменением государственного стандарта 2810-51: „Типовые мероприятия и типовые измерительные приборы и их терминология“ 44

ИНФОРМАЦИЯ ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

SOMMAIRE

Pag.

PROBLEMES TEHNIQUES DE LA METROLOGIE APPLIQUÉE

Prof. ED. NICOLAU: Méthodes courantes utilisées à la mesure des radiofréquences, et les précision réalisées par ces méthodes 3

Ing. AL. MOGA: La mesure des alésages fins et très fins 10

Ing. SEPTILICI, M. ŞERBANESCU et T. CIRSTEANU: Calibres en verre 17

Ing. L. BADEA: La mesure des débits des fluides dans les processus chimiques (première partie) 24

M. SOLOMON et ing. F. COSMIŢA: Méthodes et appareils pour le réglage de la température, utilisés aux déterminations métrologiques . 28

Pag

Ing. A. SZENDE: Dynamomètres électriques modernes pour mesurer les rotations élevées . 34

Ing. M. ALDEA: Les soupapes de sûreté. Dimensions, caractéristiques de construction, essais (deuxième partie) 39

Ing. GH. IVANOVICI: Considérations et propositions relatives à la modification du Standard d'état no. 2810-51 sur les „Mesures type et instrument de mesure type — terminologie“ 44

INFORMATIONS MÉTROLOGIQUES

Metode curente de măsurare a frecvenţelor radio şi preciziile realizate cu ele

Prof. Ing. EDMOND NICOLAU

Дается краткое описание различных способов применяемых обычно при радиочастотном измерении, причем анализируются достигнутые точности. Таким образом исследуются резонансовые частотомеры, гетеродиновые частотомеры, способы требующие наличия первичного частотного стандарта. Так, например, даются способ двойной гетеродинизации и способ радиочастотомера с непосредственным отсчётом В заключение указывается точность которой удалося добиться посредством первичных частотных стандартов при применении атомных и молекулярных явлений.

★

L'auteur résume quelques méthodes courantes utilisées à la mesure des radiofréqueces et analyse la précision réalisée. Il examine les fréquencemètres de résonance et les fréquencemètres hétérodynes, ainsi que les méthodes qui nécessitent l'existence d'un étalon primaire de fréquence.

Il expose aussi la méthode du double hétérodynage et celle du fréquencemètre de radiofréquence à lecture directe.

En conclusion, l'auteur indique la précision réalisée par l'emploi des étalans primaires de fréquence utilisant des phénomènes atomiques et moléculaires.

1. Cunoaşterea preciziei cu care se efectuează măsurările este un deziderat general. Printre mărimile măsurate cu ajutorul dispozitivelor electrotehnice şi radio-tehnice, frecvenţele sînt acelea care se măsoară cu o precizie foarte mare. Aparatura şi metodele dezvoltate permit astăzi ca, utilizînd aparate industriale, să se realizeze relativ simplu, precizii de ordinul lui 1 la 10^6, iar cu metode speciale de laborator precizii de ordinul lui 1 la 10^9. Aceasta echivalează cu măsurarea industrială a unei lungimi de 1m cu o precizie de 1μ.

Trebue să spunem de la început că dezvoltarea acestei tehnici de măsurare şi păstrare foarte precisă a frecvenţelor, a avut repercusiuni şi asupra altor probleme — cum ar fi de exemplu aceea a păstrării timpului etalon cu ajutorul pendulelor speciale. Astăzi observatoarele astronomice utilizează sisteme electronice pentru cunoaşterea timpului şi recunoaşterea oficială a superiorităţii acestor metode este atît de mare, încît Comitetul internaţional pentru organizarea anului geofizic a hotărît că nu pot participa la lucrările respective decît acele observatoare astronomice care au un orologiu cu cuarţ — adică un standard primar de frecvenţă.

In cele ce urmează se va arăta mai întîi importanţa care o prezintă problema măsurării precise a frecvenţelor radio. Precizăm că în cazul de faţă prin „unde radio" se înţeleg undele utilizate în radiodifuziune, avînd deci frecvenţele între 15 kHz şi 30 MHz.

Se vor analiza apoi pe rînd diverse metode de măsurare a ătîndu-se pentru fiecare în parte, atît erorile care intervin, cît şi posibilităţile de eliminare ale acestor erori.

2. Problema măsurării precise a frecvenţelor radio este o problemă ridicată de desvoltarea foarte rapidă a radiocomunicaţiilor. In timpul primului război mondial, cînd numărul staţiilor de emisie era mic, şi cînd tehnica măsurărilor radiotehnice era abia la începutul ei, o precizie de ordinul a 1 la 10^3 era considerată cu totul satisfăcătoare. In acea epocă se lucra pe unde lungi, deci pe frecvenţa de ordinul sutelor de kHz. In afară de aceasta numărul staţiilor în funcţiune era mic. O precizie de 1 la 10^3 la 100 kHz înseamnă o precizie de 100 Hz — cu totul satisfăcătoare pentru coexistenţa a două staţii vecine. Ulterior, trecîndu-se la radiodifuziunea pe unde medii — şi apoi pe unde scurte — precizia cerută în măsurarea frecvenţelor a devenit cu mult mai mare. Aceasta tocmai din necesitatea de a utiliza la maximum benzile alocate, de către conferinţele internaţionale, diverselor staţii. Problema principală care se pune la acestă coexistenţă este ca benzile laterale ale unei staţii să nu încalece benzile laterale ale staţiilor vecine. Pentru a se avea o situaţie favorabilă din acest punct de vedere, este de dorit ca între benzi să se lase un spaţiu mort cît mai mare. Dar acest spaţiu neutilizat înseamnă o proastă utilizare a benzii disponibile, respectiv un număr mai mic de posturi care pot lucra în banda respectivă. Cum cererea de înfiinţare de posturi era şi este mare, a devenit necesar reducerea la maximum a acestor intervale moarte. Dar în aceste condiţii devenea obligatoriu ca staţiile să-şi păstreze cît mai constantă frecvenţa centrală şi extinderea benzilor laterale, spre a nu turbura funcţionarea staţiilor vecine. Admiţîndu-se o deviaţie de frecvenţă maximă de 100 Hz în mijlocul gamei undelor medii—rezultă necesitatea de a efectua măsurări de frecvenţe cu o precizie de 1 la 10^6 — în ipoteza că frecvenţa se măsoară cu o precizie de 1 Hz. Este clar că pe măsură ce frecvenţa creşte, condiţiile de precizie devin mai

...și precizie de 1 Hz în măsurarea ...vențe de 20 MHz — capătul gamei de ...e scurte — înseamnă o precizie de 5 la 10^8. Trecînd în microunde, precizia necesară devine și mai mare.

Din cele expuse rezultă că în general precizia necesară în măsurarea frecvenței emițătorilor este mare — și anume ea crește odată cu frecvența, fiind relativ mică în domeniul undelor lungi. In cele ce urmează se va arăta care sînt metodele de măsurare a frecvențelor și cauzele posibile de erori.

3. Metodele curente de măsurare a frecvențelor utilizează două aparate: frecvențmetrul de rezonanță — sau undametrul, după cum este numit aparatul respectiv — și frecvențmetrul heterodină. *Frecvențmetrul de rezonanță* este un aparat care se bazează pe principiul rezonanței. In esență el se reduce la un circuit acordat LC și la un indicator de acord, care poate fi montat în serie sau în derivație cu circuitul (vezi fig. 1). De cele mai multe ori condensatorul acestui circuit este variabil și pentru a se putea acoperi un domeniu mai mare de frecvențe, la aparat se pot conecta diverse bobine. Se variază capacitatea condensatorului de acord pînă ce instrumentul indică rezonanța circuitului, care în prealabil fusese cuplat cu generatorul căruia i se măsoară frecvența. Din condiția de rezonanță

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad (1)$$

cunoscînd valorile lui L și C la acord se deduce frecvența de lucru a generatorului. Această metodă deci reduce problema măsurării frecvențelor la aceea a măsurării unor impedanțe.

Metoda este simplă, însă este însoțită de

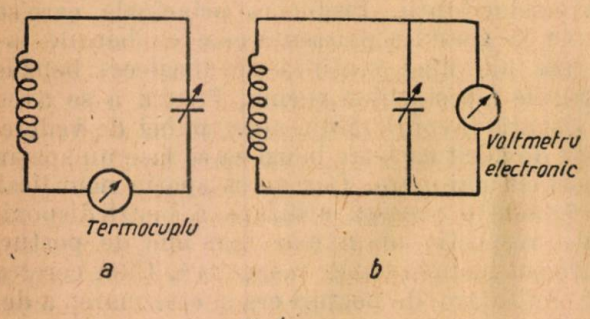


Fig. 1

Frecvențmetre de rezonanță: a — cu indicator de rezonanță serie; b — cu indicator de rezonanță derivație

diverse erori, dintre care principalele sînt cele care provin din imprecizia aducerii la un acord perfect a sistemului — și cele provenind din necunoașterea precisă a lui L și C. Să analizăm pe rînd aceste cauze de erori.

Indicația instrumentului de acord variază în funcție de valoarea capacității de acord așa cum se arată în fig. 2. Acordul corespunde maximumului curbei însă de oarece regiunea de maxim a curbei este teșită, punctul real de acord este relativ greu de prins. Cum nici indicatorul de acord nu este infinit de sensibil, rezultă o dificultate principială în prinderea exactă a rezonanței circuitului; există o regiune de variație a capacității, în care capacitatea variază fără ca să se poată percepe o variație

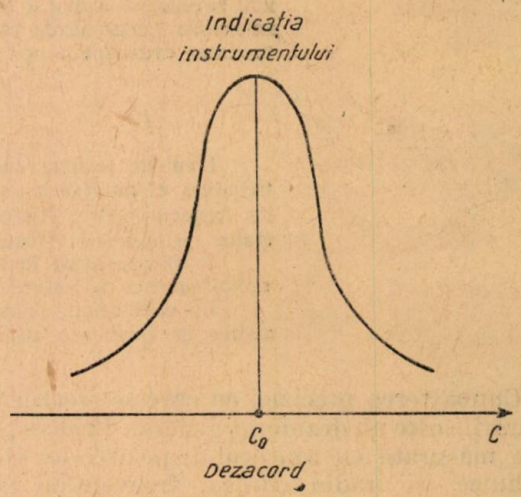


Fig 2

Variația indicației instrumentului de acord la un frecvențmetru de rezonanță — în funcție de valoarea capacității de acord.

a indicației instrumentului. Această plajă are o lățime care variază — în linii mari — invers proporțional cu factorul de calitate al circuitului L C. Rezultă de aci o primă condiție pentru realizarea unui bun frecvențmetru de rezonanță și anume obligativitatea de a se utiliza un circuit avînd un factor de calitate cît mai ridicat.

Pentru a aprecia gradul de precizie ce se poate obține prin metoda frecvențmetrului de rezonanță, să încadrăm fenomenul matematic. Se va considera cazul indicatorului de rezonanță de tensiune celălalt caz tratîndu-se similar.

Notînd cu E forța electromotoare indusă de generatorul de măsurat în circuitul acordat cu ω pulsația de lucru, cu L și C inductanța și capacitatea circuitului, tensiunea U la bornele capacității va fi

$$U = \frac{E}{\omega C\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} \qquad (2)$$

La rezonanță tensiunea U la bornele circuitului va fi

$$U_0 = \frac{E}{\omega CR} \qquad (3)$$

Raportul dintre tensiunea la rezonanță U_0 și tensiunea pentru o altă valoare a capacității de acord este dată de raportul

$$\left(\frac{U_0}{U}\right) = 1 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{\omega^2 LC}\right)^2 \qquad (4)$$

Dar factorul de calitate Q este prin definiție

$$Q = \frac{\omega L}{R} \qquad (5)$$

iar condiția de rezonanță se scrie

$$\omega^2 L C_0 = 1 \qquad (6$$

Ținînd seama de (5) și (6), relația (4) se scrie

$$\left(\frac{U_0}{U}\right)^2 - 1 = Q^2 \left(1 - \frac{1}{\omega^2 LC_0 + \omega^2 L \Delta C^2}\right)^2 \qquad (7)$$

unde s-a notat cu C_0 capacitatea de acord iar cu ΔC diferența dintre valoarea capacității și capacitatea de acord. Un calcul relativ simplu arată că

$$\frac{\Delta C}{C_0} = \frac{\pm\sqrt{\left(\frac{U_0}{U}\right)^2 - 1}}{Q \pm \sqrt{\left(\frac{U_0}{U}\right)^2 - 1}} \qquad (8)$$

In relația (8) se ia semnul + sau — după cum capacitatea crește sau scade.
In funcție de sensibilitatea detectorului utilizat, se calculează diferența minim perceptibilă dintre U_0 și U și cunoscînd și Q-ul circuitului se poate deduce plaja de variație a lui C — de unde și imprecizia în cunoașterea frecvenței de acord. Admițînd că indicatorul poate aprecia o variație de 1% a tensiunii la bornele capacității ($U_0 = 1{,}01\ U$), rezultă

$$\frac{\Delta C}{C_0} = \frac{0{,}01}{Q} \qquad (9)$$

Admițînd un factor de calitate de ordinul lui 100 și ținînd seama că între variația relativă a capacității și variația relativă a frecvenței există relația

$$\left|\frac{\Delta\omega}{\omega}\right| = \left|\frac{\Delta C}{2C}\right| \qquad (10)$$

rezultă că este de așteptat ca precizia determinării frecvenței să fie — în metoda frecvențmetrului de rezonanță — de ordinul lui 5 la 10^5.

La această eroare de determinare trebuie să se adauge eroarea care provine din variațiile inerente ale temperaturii. Atît bobina cît și condensatorul au un coeficient de temperatură care face ca inductanța, respectiv capacitatea să varieze odată cu temperatura mediului ambiant. O primă concluzie este aceea că atît bobina cît și condensatorul trebuie realizați cu materiale care să prezinte un coeficient de temperatură cît mai mic. De asemenea construcția lor trebuie să fie făcută cu îngrijire spre a se evita apariția fenomenelor neciclice, în care materialele capătă deformări ireversibile. Ținînd seama de toate aceste precauții, se realizează astăzi tipuri comerciale de frecvențmetre de rezonanță care să asigure o precizie de ordinul lui 1 la 10^4

Pecum se va arăta mai departe, precizia poate fi mărită, utilizînd frecvențmetrul de

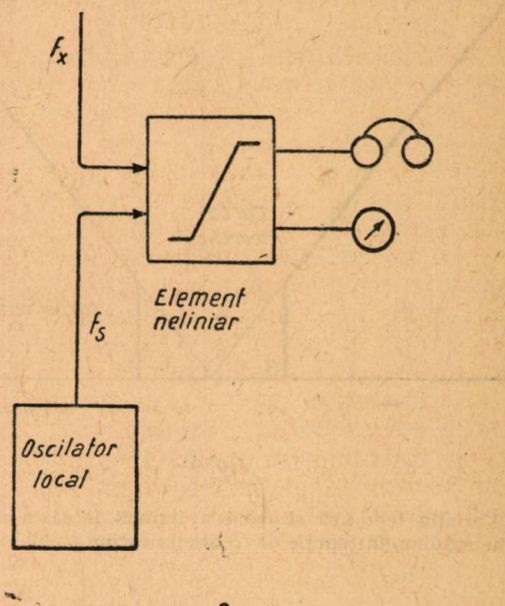


Fig. 3

Schema bloc a unui frecvențmetru heterodină

rezonanță împreună cu un frecvențmetru heterodină. Inainte de aceasta se va studia pe scurt frecvențmetrul heterodină.

4. *Frecvențmetrul heterodină* este un aparat care măsoară frecvențele printr-o metodă de comparație. Schema bloc a unui astfel de aparat se dă în fig. 3 : într-un element neliniar se introduc simultan semnalul de frecvență de măsurat f_x se semnalului de frevență cunoscută f_s de la un generator local. In elementul neliniar se produce o modulare a celor două semnale, rezultanta lor prezentînd un spectru de frecvențe în care figurează în general și un termen de frecvență $(f_x - f_s)$. Dacă cele două frecvențe sînt apropiate, această frecvență este joasă în spectrul audio și poate fi pusă în evidență cu o cască telefonică. In momentul în care cele două frecvențe sînt egale, în cască nu se mai aude nimic. In acest moment se citește frecvența locală și implicit se cunoaște frecvența necunoscută f_x.

Această metodă foarte simplă este supusă unui șir întreg de erori, dintre care vom semnala cîteva. Prima care apare este faptul că în realitate casca prezintă o plajă de insensibilitate, ea nerăspunzînd la frecvențe mai mici de circa 30 Hz. Deci dacă se reprezintă variația tonului în cască, în funcție de frecvența locală f_s, nu se va obține curba teoretică din fig. 4, ci curba

reală din aceeași figură. Acest domeniu de incertitudine are o lățime totală de circa 50 Hz. Aceasta corespunde unei erori relative de 5 la 10^4 în domeniul undelor lungi (la 100 kHz) dar reprezintă numai 5 la 10^6 la 10 MHz. Menționăm însă că precizia poate fi considerabil mărită practic oricît de mult — utilizînd în locul căștii un instrument cu cadru mobil. Acesta va pre-

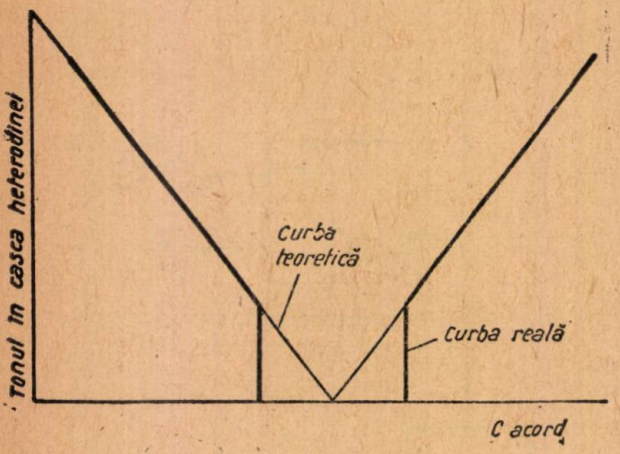


Fig 4

Variația teoretică și reală a tonului în casca unei heterodine, în funcție de frecvența oscilatorului local.

zenta niște pendulări lente ale acului indicator, de frecvență egală tocmai cu f_x-f_s. Această frecvență de pendulare poate fi oricît de mică.

Erori cu mult mai importante pot fi *cauzate* de imprecizia cunoașterii frecvenței produse de oscilatorul local. Această imprecizie provine din faptul că elementele care determină frecvența oscilatorului variază în timp din diverse cauze. In primul rînd variază inductanța și capacitatea odată cu variațiile termice. In plus variază și capacitățile prezentate de tubul electronic odată cu tensiunea de alimentare. Tocmai pentru a se evita aceste cauze de erori, este necesar — ca și la undametrul de rezonanță să se utilizeze bobine și condensatori prezentînd un coeficient termic cît mai mic. In plus schema oscilatorului trebuie aleasă cu grijă, pentruca eventualele variații ale parametrilor tubului să influențeze cît mai puțin frecvența de lucru. In literatura de specialitate se indică diverse scheme de oscilatori stabili și de frecvență variabilă. In general, spre a se obține o bună stabilitate este necesar ca gama de variație a frecvenței să fie redusă.

Dar o altă cauză de erori — cu mult mai grave — stă în faptul că uneori se constată că variind frecvența oscilatorului local într-o bandă mai mare, se obțin mai multe frecvențe pentru care este extincție în cască. Aceasta se explică prin faptul că oscilatorul local prezintă armonice, iar elementul neliniar al frecvențmetrului prezintă o neliniaritate nec nvenabilă, în care apar și termeni de ordin superior. Aceste două cauze combinate fac ca să se obție extincții atunci cînd între f_s și f_x există o relație de forma

$$pf_x - qf_s = 0 \qquad (11)$$

p și q fiind numere întregi. Evident, acest fapt poate conduce la o eroare foarte mare, luîndu-se drept extincție adevărată, corespunzînd la $p = q = 1$, o altă extincție corespunzînd la altă pereche de valori ale lui p și q. Tocmai spre a se evita acest lucru se recomandă ca mai întîi să se determine poziția relativă a lui f_x cu ajutorul unui frecvențmetru de rezonanță de mai mică precizie, iar apoi de abia să se lucreze cu un frecvențmetru heterodină de precizie. Ca ordin de mărime al preciziei realizate la frecvențmetrele heterodină, se poate da valoarea 1 la 10^4, adică 0,01% — aceeași ca și la frecvențmetrele de rezonanță. Evident, dispunîndu-se de un oscilator foarte bine etalonat precizia cu care se măsoară f_x este egală cu precizia cu care se cunoaște f_s.

5. *Metoda absorbției.* In această metodă se utilizează atît un frecvențmetru de rezonanță cît și unul de absorbție. Metoda se bazează pe fenomenul de tîrîre a frecvenței. Schema bloc se prezintă ca în fig. 5: frecvențmetrul de rezonanță se cuplează cu bobina oscilatorului căruia i se măsoară frecvența, iar cu frecvențme-

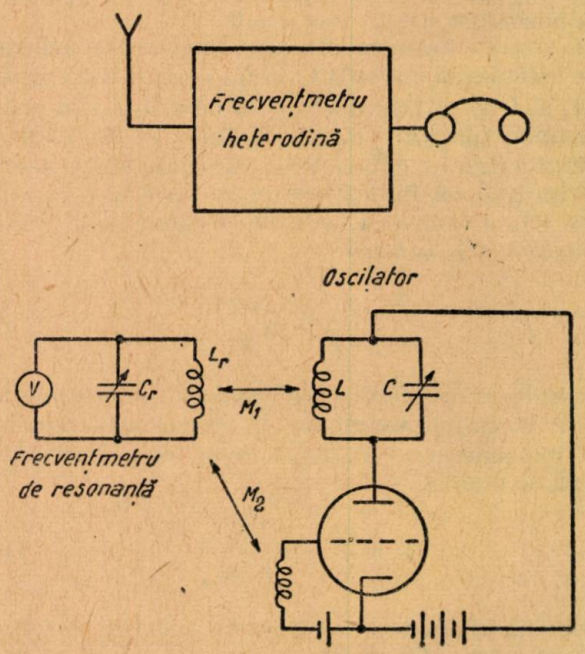


Fig.5

Schema bloc utilizată în metoda absorbției

trul heterodină se obține extincție în cască. Inițial frecvențmetrul de rezonanță este acordat pe o frecvență mult diferită de aceea de lucru a oscilatorului. Frecvențmetrul heterodină nu este necesar a fi etalonat, dar este necesar ca frecvența oscilatorului local să rămîie constantă

în timpul scurt cît durează măsurarea. Dacă acum menţinînd fixă poziţia relativă dintre frecvenţmetrul de rezonanţă şi oscilator, se variază frecvenţa de acord a primului, se constată experimental — şi se justifică teoretic — că frecvenţa oscilatorului variază. Fenomenul este cunoscut sub numele de fenomen de tîrîre a frecvenţei. Considerînd că bobina frecvenţmetrului de rezonanţă este cuplată numai cu bobina anodică a oscilatorului, se arată teoretic că frecvenţa oscilatorului variază ca în fig. 6. In casca frecvenţmetrului heterodină se va auzi un ton egal tocmai cu diferenţa dintre frecvenţa instantanee a oscilatorului şi frecvenţa sa nominală. Se demonstrează teoretic că în momentul în care frecvenţmetrul de rezonanţă este acordat exact pe frecvenţa nominală a oscilatorului, acesta din urmă revine la frecvenţa sa nominală. Deci variind fin capacitatea frecvenţmetrului de rezonanţă, momentul acordului poate fi prins foarte precis în casca heterodinei. Precizia de data aceasta este egală cu precizia etalonării frecvenţmetrului de rezonanţă.

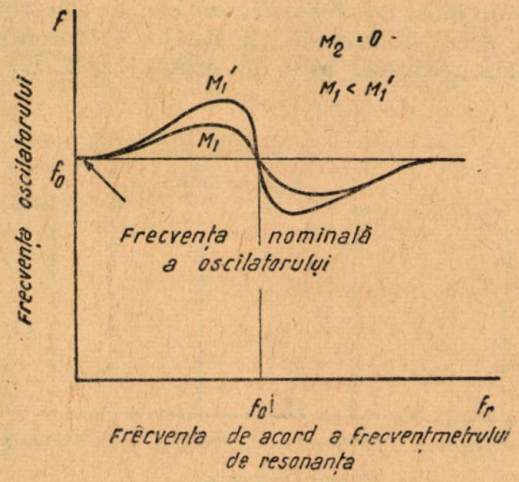


Fig. 6

Variaţia frecvenţei oscilatorului din fig. 5 — în funcţie de frecvenţa de acord a frecvenţmetrului de rezonanţă.

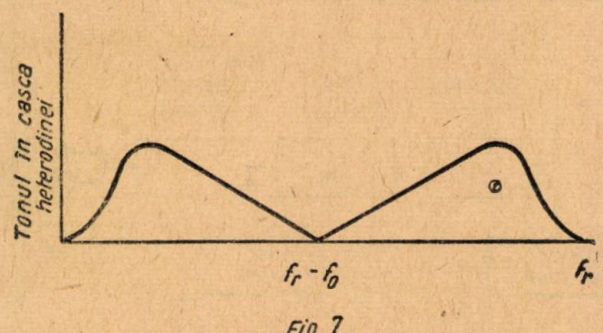


Fig 7

Variaţia tonului în casca frecvenţmetrului heterodină din metoa absorbţiei — în funcţie de frecvenţa de acord a frecvenţmetrului de rezonanţă.

Această metodă poate fi utilizată pentru etalonarea frecvenţmetrelor heterodină, sau pentru comparaţia etalonării acestora cu etalonarea unor frecvenţmetre de rezonanţă.

Metoda poate conduce însă la erori grave atunci cînd bobina frecvenţmetrului de rezonanţă este cuplată nu numai cu bobina circuitului acordat anodic al oscilatorului, ci şi cu bobina de grilă. Se arată că în acest caz aspectul curbelor din fig. 6 se schimbă,

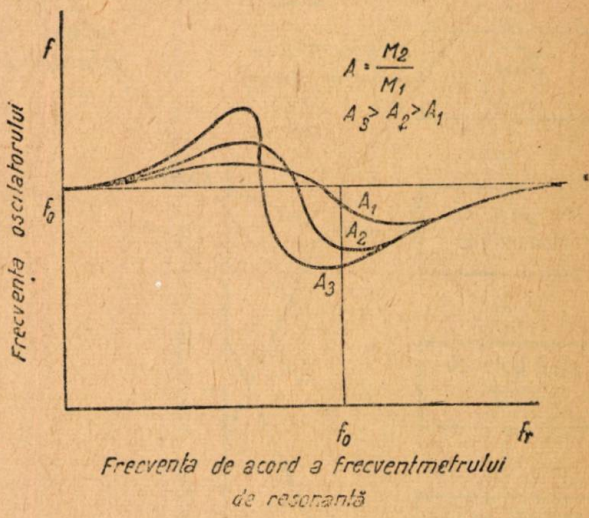


Fig. 8 Aceleaşi curbe ca şi în fig. 6, atunci cînd se ţine seama de cuplajul dintre frecvenţmetrul de rezonanţă şi circuitul de grilă al oscilatorului.

obţinîndu-se curbele din fig. 8, unde ca parametru s-a luat raportul dintre M_2 — cuplajul dintre bobina frecvenţmetrului şi circultul de grilă — şi M_1 — cuplajul aceleiaşi bobine cu circuitul anodic acordat. Se observă aci că tonul în cască se stinge pentru o frecvenţă diferită de cea nominală a oscilatorului, diferenţa fiind cu atît mai mare cu cît cuplajul cu grila este mai strîns. Eroarea poate fi foarte mare în anumite cazuri, de ordinul procentelor — ceeace este enorm faţă de precizia obţinută în măsurarea frecvenţelor.

6. *Metode bazate pe standarde primare de frecvenţă.* Pentru a se realiza precizii mai mari în măsurarea frecvenţelor, se utilizează aparate bazate pe producerea în interiorul lor a unor frecvenţe foarte precise. Schema unui standard primar de frecvenţă se dă în fig. 9. In esenţă el se compune dintr-un oscilator de mare stabilitate, care lucrează în general pe frecvenţa de 100 kHz. Un sistem de divizori de frecvenţă coboară această frecvenţă pînă la 1 kHz. Semnalul de acestă frecvenţă alimentează un ceas electric. Dacă frecvenţa oscilatorului rămîne exact la valoarea sa nominală, atunci ceasul va arăta mereu ora exactă. Constanţa frecvenţei oscilatorului este asigurată prin compararea orei indicate de ceasul standardului de frecvenţă, cu

semnalele orare furnizate de observatoarele astronomice. La standardele de frecvență comerciale se realizează astăzi o precizie a frecvenței de ordinul lui 1 la 10^8. Această precizie nu este prea mare, de oarece la sistemele moderne, mai perfecționate, precizia realizată este de ordinul lui 1 la 10^{10} — cum este de exemplul cazul noului standard primar cu cesiu.

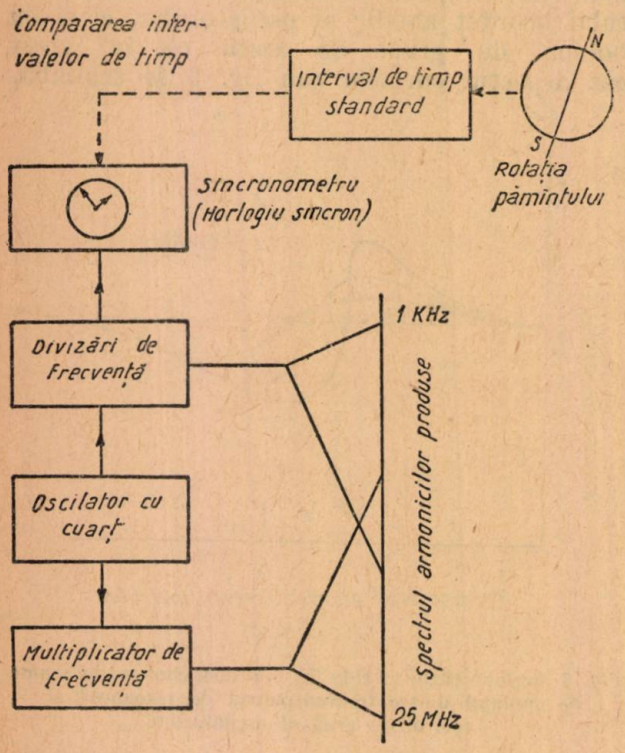


Fig. 9

Schema bloc a unui standard primar de frecvență.

Frecvența de 100 kHz produsă de oscilatorul cu cuarț al standardului primar de frecvență este apoi multiplicată printr-un lanț de multivibratori, producîndu-se un spectru întins de frecvențe — cunoscute toate cu aceeași precizie ca și frecvența fundamentală. Inmulțind cu un multivibrator frecvența de 10 kHz — obținută prin divizarea frecvenței de 100 kHz — se obține un spectru de armonice avînd între două frecvențe vecine o diferență de 10 kHz. Acest amănunt este important, așa cum va rezulta din cele ce urmează.

Metodele de măsurare a frecvențelor cu ajutorul standardelor de frecvență produc mai întîi o interferență între frecvența de măsurat f_x și spectrul de armonice produs de standard. Intr-una din metode se produce interferența între f_x și întreg spectrul produs de frecvența de 10 kHz. Din această interferență rezultă o frecvență joasă care în orice caz este mai mică de 5 kHz, așa cum rezultă din fig. 10. Această frecvență joasă este măsurată apoi cu ajutorul unei noi heterodinări — realizată cu un generator special de audio frecvență, cu scara liniară în raport cu frecvențele. Cunoscînd dintr-o măsurare prealabilă valoarea aproximativă a lui f_x, se deduce armonica cu care se produce heterodinarea. Prin a doua heterodinare se cunoaște diferența dintre f_x și armonica cea mai apropiată — deci se cunoaște cu precizie f_x. De oarece se utilizează două heterodinări, metoda se numește și *metoda dublei heterodinări*. O variantă a acestei metode constă ca în loc să se facă o a doua heterodinare, să se măsoare frcvența joasă cu ajutorul unui contor electronic.

In această metodă a dublei heterodinări precizia realizată este de ordinul a 2 Hz în

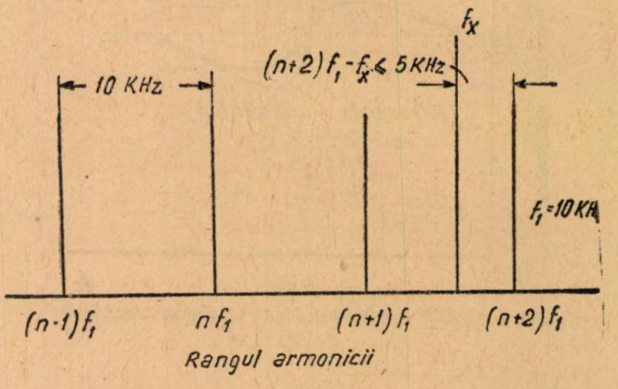


Fig. 10

Situarea frecvenței de măsurat f_1 în spectrul de armonice produs de multivibratorul sincronizat cu 10 kHz.

ceeace privește etalonarea generatorului audio la care se adaugă eroarea de 1 la 10^7 provenind de la standardul primar de frecvență. Pînă la 25 MHz instalația dă deci rezultate foarte bune, precizia realizată fiind de ordinul 1 la 10^6 în domeniul frecvențelor înalte și ceva mai mică în domeniul frcvențelor mai joase.

O variantă a dispozitivului descris îl constituie așa numitul *frecvențmetru radio cu citire directă*. Schema bloc a instalației se dă în fig. 12.

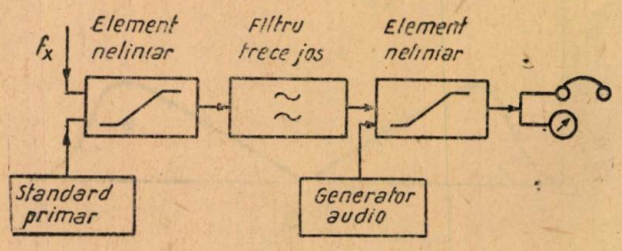


Fig. 11

Schema bloc adoptată în metoda dublei heterodinări.

In esență dispozitivul este constituit dintr-un standard primar de frecvență, care produce impulsuri avînd frecvența de repetiție de 1 MHz, un selector de armonice, un modulator în care se produse interferența între semnalul de frec-

venţă f_x şi frecvenţa dată de selectorul de armonice şi în fine din frecvenţmetrul cu citire directă — respectiv de contorul electronic.

Ideea fundamentală este următoarea: selectorul de armonice selectează din întreg spectrul produs de impulsurile de 1 MHz, acea frecvenţă care se situează lîngă f_x, la o depărtare mai mică de 1 MHz. Această frecvenţă f_s este cunoscută

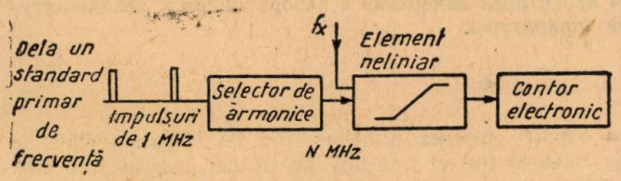


Fig. 12

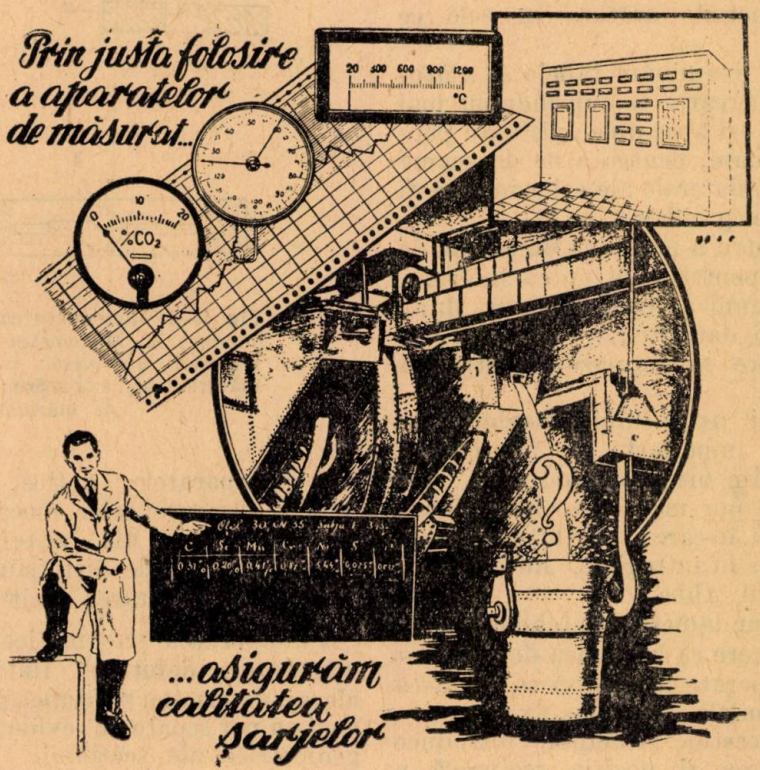
Schema bloc a dispozitivului care constitue un frecvenţmetru cu citire directă pentru radio frecvenţă.

după poziţia selectorului de armonice şi interferează cu f_x. Frecvenţa joasă $f_x - f_s$ are în orice caz o frecvenţă mai mică de 1 MHz, pentru că aşa se reglează selectorul. Această frecvenţă relativ joasă este măsurată cu o precizie de 1 Hz de către contorul electronic cu tuburi cu neon, care dă exact numărul de cicli efectuat de semnalul de joasă frecvenţă în intervalul de 1 s. Rezultă prin simplă adunare a indicaţiei contorului, la frecvenţa selectată de selector, valoarea lui f_x. Dispozitivul realizează o precizie de acelaş ordin de mărime cu dispozitivul descris precedent — o precizie de ordinul hertzilor. Evident, precizia realizată de ultimul sistem este mai bună, dar dispozitivul este considerabil mai scump, contorul electronic fiind un aparat scump.

7. *Concluzii asupra măsurării frecvenţelor radio.* Actualmente se dispune de o gamă întreagă de metode de măsurare a frecvenţelor radio. Precizia realizată variază de la metodă la metodă. In metoda frecvenţmetrului de rezonanţă, precizia realizată la tipurile comerciale este de ordinul 1 la 10^4, egală cu precizia realizată la frecvenţmetrele heterodină.

La dispozitiveile de măsurare utilizate împreună cu un standard primar de frecvenţă, precizia este considerabil mai mare, fiind de ordinul 1 la 10^6 — sau chiar mai bună.

In ceeace priveşte dispozitivele de laborator, utilizate în laboratoarele birourilor naţionale de standardizări şi de metrologie, precizia este încă cu mult mai mare, ajungîndu-se la precizii de ordinul 1 la 10^{10}. Aceasta în legătură cu noile standarde de frecvenţă atomice, care nu mai utilizează oscilatori cu cristale de cuarţ, ci spectrul de absorbţie al gazelor, respectiv deviaţia fascicolelor atomice.



Măsurarea alezajelor mici şi foarte mici

Ing. AL. MOGA

В настоящей статье даются несколько обоснований внутреннего измерения размеров длины с применением к малым и весьма малым расточкам порядка 10—0,05 мм. В последней части статьи описываются некоторые обычные и современные приборы, которыми пользуются для этого рода измерений в лабораториях и механических заводах по изготовлению точной аппаратуры.

★

Dans le présent article on expose quelques principes sur les déterminations de longueur d'interieur, appliqués aux alésages fins et très fins, de 10 mm jusqu'au 0,05 mm. On décrit quelques instruments usuels modernes, à l'aide desquels on exécute des mesures de cette sorte dans les laboratoires et dans les usines à mécanique de précision.

Măsurarea alezajelor face parte din categoria măsurărilor de lungimi la interior şi pentru dimensiuni depăşind 10 mm, nu ridică practic dificultăţi deosebite de cele întîlnite la măsurările similare la exterior.

Pentru rezolvarea problemei măsurării cu precizie, ajungînd pînă la ± 1 μ, chiar pentru alezaje depăşind 10 mm, ca şi pentru extinderea domeniului de măsurare a aparatelor pînă la fracţiuni de milimetru (50 μ), măsurări întîlnite curent în mecanica de precizie, a fost necesar să se cerceteze cu atenţie metodele cunoscute, cu toate avantajele şi desavantajele lor, şi să se imagineze noile metode arătate în cele ce urmează.

Este suficient să examinăm tabela 1, alăturată, în care s-a încercat a se cuprinde cît mai multe din metodele şi aparatele existente pentru măsurări interioare, pentru a ne da seama de preocupările multilaterale ale celor interesaţi în rezolvarea acestei probleme.

De asemenea pentru a ne putea da seama de cauzele erorilor şi pentru a le putea înlătura, dacă le împărţim cum se face obişnuit, după natura lor, în erori datorite :

1. Metodei pe care se bazează construcţia aparatului ;
2. Imperfecţiunii aparatului întrebuinţat ;
3. Manipulării imperfecte a aparatului, trebuie să remarcăm următoarele :

1 a. La metodele pur mecanice, în general, pentru alezajele mici, în care aparatul de măsurat nu poate fi introdus în întregime, nu este respectat principiul lui Abbe.

Acest principiu, fundamental în tehnica măsurărilor de lungimi, cere ca lungimea de măsurat şi etalonul de comparare (rigla), să se găsească unul în spatele celuilalt, în acelaş ax.

Nerespectarea acestui principiu, introduce erori prin încovoirea şi poziţia reciprocă a organelor de măsurare.

In fig. 1 sînt arătate două aparate de măsurat interior dintre care primul nu respectă, iar al doilea respectă principiul lui Abbe (acesta din urmă însă nu poate fi întrebuinţat pentru alezaje mici).

1 b. aparatele cu contact electric, în afara faptului că nu pot fi întrebuinţate decît pentru materiale bune conducătoare de electricitate, nu prezintă siguranţă la stabilirea contactului.

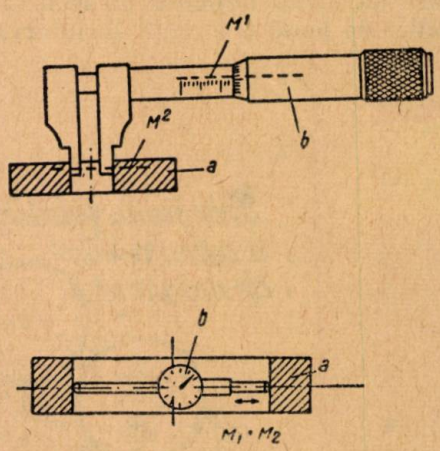


Fig. 1—I. Micrometru cu vîrfuri pentru interior; II. Micrometru de interior cu indicator; a = piesa; b = aparatul de măsurat. M_1 axa scării; M_2 lungimea de măsurat

1 c. aparatele optice, fără contact, deşi mult superioare celor mecanice, introduc erorile apreciabile ale sistemelor optice întrebuinţate (difracţie distorsiune, etc) şi, în plus, nu asigură măsurarea decît la suprafaţa piesei.

1 d. aparatele pneumatice care întrebuinţează măsurarea debitului fluidului trecînd prin alezaj, determină secţiunea găurii, nu diametrul, deci nu pot scoate în evidenţă neregularităţile geometrice ale secţiunii.

1 e. măsurătorile făcute cu aparate indicatoare cu ac conic, preferate pentru simplitatea lor, sînt de asemenea influenţate de neregularităţile marginilor secţiunii.

TABELA Nr. 1

Clasificarea metodelor şi aparatelor de măsurat la interior.

Principiul metodei	Clasificarea aparatelor, după numărul contactelor					
	1 contact	2 contacte	3 contacte	4 contacte	toată circumferința	fără contact
Mecanic		— Subler de interior — Micrometru de interior — Ortotest	— Pasimetru, — Aparat cu indicator de interior	— Microtast — Indicator cu cruce	— Măsurător cu ac conic (diferite realizări) — Aparat cu tije extensibilă — Calibre lise	
Optico-mecanic	— Microscop cu palpator — Autocolimator cu palpator — Aparat, cu coardă flexibilă — Aparat cu fir flexibil	— Optimetru — Măsurător de lungimi adaptat pt. interior — Indicator sferic incomplet — Indicator conic, incomplet				
Optico-electric	— Optimetru cu contact electric — Măsurător de lungimi cu contact electric					
Optic						— Microscop de măsură — Proector
Electric	— Aparat cu indicator electric					— Aparat cu măsurător de capacităţi — Ap. cu măs. de flux luminos (celulă fotoelectrică)
Pneumatic	— Aparat cu palpator pneumatic					— Aparat cu măsurător de debit

Eroarea sistematică introdusă de faţeta sau racordarea găurii la măsurarea cu ac conic, este

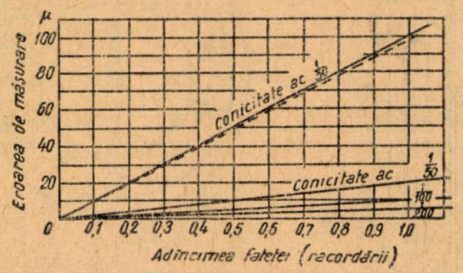


Fig. 2. Eroarea de măsurare a alezajelor, cu ac conic, pentru diferite adîncimi sau raze ale faţetei.

arătată, pentru diferite conicităţi ale acului şi diferite adîncimi de faţetă (racordare), în diagrama din fig. 2.

2. In general, aparatele mecanice sau optico-mecanice întrebuinţate obişnuit, necesită o forţă de măsurare depăşind 200 g, ceea ce conduce la imprecizii de măsurare apreciabile, depăşind de cele mai multe ori $\pm$ 5 μ.

3. Manipularea necorespunzătoare a aparatelor poate provoca următoarele surse de erori:

a) necorespondenţa între linia se măsurare şi diametrul găurii, la aparatele cu două contacte.

O deplasare $AB = c$, fig. 3, conduce la eroarea

$$\Delta do = \frac{C^2}{r_0}$$

care se poate calcula aproximativ cu notaţiile din figură şi neglijînd valorile $(\Delta r/r_0)^2$, faţă de $\Delta r/r_0$

Valorile în μ ale lui Δ *do* pentru diferite diametre *do* şi deplasări *c* se văd în diagramă.

b) Neperpendicularitatea liniei de măsurare pe peretele găurii de măsurat, la aparatele cu două contacte, conduce de asemenea la eroarea $\Delta\ do = r \cdot \alpha^2$, fig. 4 după cum se

poate calcula, făcînd aproximarea $\frac{1-\cos\alpha}{\cos\alpha} = \frac{\alpha^2}{2}$ valabilă pentru unghiuri mici.

Valorile lui Δ *do* pentru diferite diametre *d* și deplasări unghiulare α^0 se văd în diagramă, fig. 4.

Observații : aceleași calcule se pot face și pentru aparatele cu trei contacte, sau cu patru contacte.

Inconvenientele de la pct. 3 a și b, în funcție de rutina executantului măsurărilor, pot fi înlăturate sau minimalizate prin observarea atentă a schimbării direcției de mișcare a indicatorului aparatului principiu bine cunoscut metrologilor.

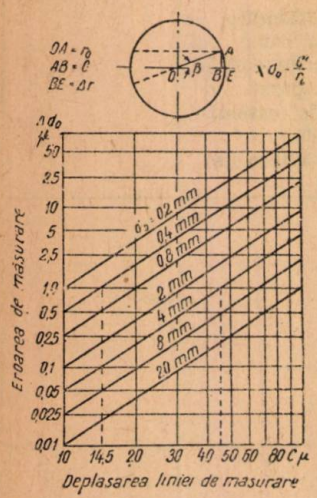


Fig. 3. Eroarea provocată de deplasarea liniei de măsurare paralelă cu diametrul.

* * *

Toată această gamă de incoveniente, a determinat studierea în amănunt a posibilităților de explorare a alezajelor, prin mijloace : mecanice, optice, electrice, pneumatice, sau combinînd mijloacele de mai sus, în scopul creării celor mai potrivite aparate pentru măsurarea alezajelor mici și foarte mici, în domeniul între 10 mm — 0,05 mm, cu precizie de $\pm$ 1 μ, de adîncime mare, străpunse sau nestrăpunse în materiale heterogene, fără a se ajunge totuși, pînă în prezent, la rezultate total satisfăcătoare.

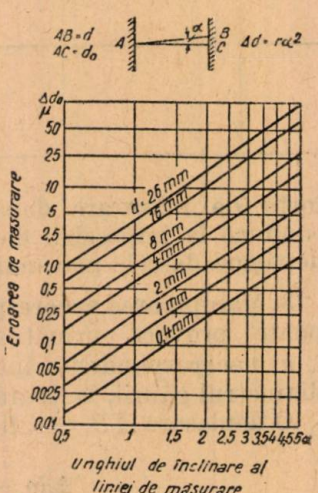


Fig. 4. Eroarea provocată de înclinarea liniei de măsurare cu unghiul α°

Dintre toate mijloacele și aparatele din tabela 1, dat fiind faptul că ne preocupă măsurarea alezajelor mici și foarte mici, se vor descrie numai următoarele 3 tipuri pentru motivele enumerate în tabela 2.

1. Măsurătorul de interior cu ac conic, cel mai simplu și mai ușor de manipulat dintre aparatele de măsurat deschideri foarte mici, deși dă erorile amintite, indicînd întotdeauna deschiderea minimă, este întîlnit foarte des, în următoarele realizări :

a) Măsurător de interior cu diviziuni,
b) „ „ „ „ vernier,
c) „ „ „ „ indicator.

a) ***Măsurătorul cu diviziuni*** (fig. 5 a și b), este, de fapt, fie un simplu calibru conic divizat în fracțiuni de mm (fig. 5a) indicînd direct diametrul de măsurat, fie un calibru conic însoțit de un contracalibru divizat în fracțiuni de mm, cu care măsurătorile se efectuează ca în fig. 5 b. Cu notațiile din figură ; diametrul de măsurat este dat de formula

$$D = K(l + H) + d$$

unde K este conicitatea acului.

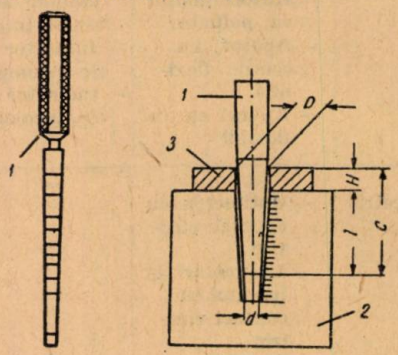


Fig. 5. *a*. Măsurător de interior cu ac conic cu diviziuni. *b*. Idem cu contracalibru. 1 = calibru 2 = contracalibru 3 = piesă

Prin diferențierea relației de mai sus, se vede că eroarea ΔD este funcție de ΔH

$$\Delta D = K \Delta H \quad \text{și}$$

pentru o conicitate $K = 1 : 100$ la un $\Delta H = 0{,}1$ mm, $\Delta D = 1\ \mu$

b) ***Măsurătorul cu ac conic și vernier*** (fig. 6) este întrebuințat pentru alezaje peste 3 mm și constă din : corpul (1), rigla (2), acul conic (3) și vernierul (4).

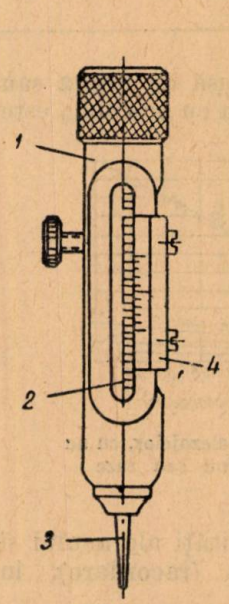


Fig. 6. Măsurător de interior cu ac conic și vernier.

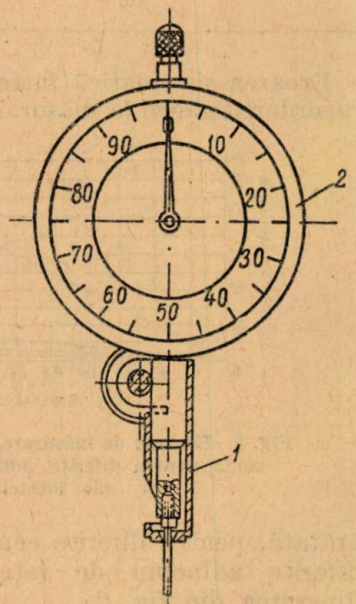


Fig. 7. Indicatorul de interior cu ac conic

TABELA Nr. 2

Nr. crt.	Principiul aparatului	Metoda	Denumirea aparatului	Domeniul de măsurare	Forța de măsurare	Precizia	Observațiuni
1	Mecanic	cu ac conic	—Ac conic cu diviziuni, —Ac conic cu contracalibru divizat —Ac conic cu comparator	minimum 0,8 mm.	70—80 g.	± 1 μ	Simplitate și ușurință maximă de manevrare
2	Optico-Mecanic	cu palpator oscilant	— Microscop cu palpator	minimum 1,5 mm.	50 g.	± 1,2μ / ± 1 μ	Intrebuințare curentă în mecanică de precizie, totuși, sensibilitate exagerată
			— Autocolimator cu palpator	minimum 0,85 mm.			
3		cu deformare elastică	— Măsurător cu coardă flexibilă	minimum 0,5 mm.	sub 1 g	± 1 μ	Robustețe, siguranță în măsurători, limită minimă de măsurare.
			— Măsurător cu fir flexibil	8 mm. pînă la 0,05 mm.			

c) Prin asocierea dispozitivului cu ac conic 1, cu indicatorul comparator 2, s-a creat *indicatorul de interior* cu ac conic fig. 7.

Ținînd seama de unghiul de frecare (tg φ = = 0,1 pentru piese tratate) și cu o apăsare de

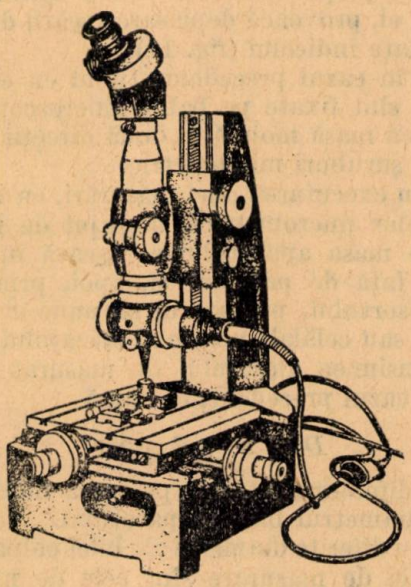


Fig. 8. Vedere generală a măsurătorului optic de interior cu vernier spiral.

200 g pentru un ac conic cu conicitatea K = = 1 : 100 forța de măsurare manifestată pe periferia găurii de măsurat, poate atinge 70—80 g.

2. Aparatele bazate pe principiul optico-mecanic, întrebuințează un palpator, care poate fi sprijinit succesiv pe cei doi pereți opuși ai alezajului de măsurat, apreciind apoi printr-un sistem optic deplasarea palpatului. Este evidentă superioritatea acestor aparate, la care forța de măsurare poate fi scăzută foarte mult (cca 50 g), față de cele mecanice, însă întrebuințarea lor la măsurări de alezaje sub 3 mm nu este posibilă.

a) Unul din aparatele de acest fel, este *măsurătorul optic de interior*, cu vernier spiral, care se vede în fig. 8 în vedere generală și în fig. 9 în schemă optică.

Este un aparat robust, constînd din tubul cu vernier spiral și batiul cu o masă cu două mișcări micrometrice ortagonale. Așa cum arată fig. 9, lumina de la sursa așezată în focarul

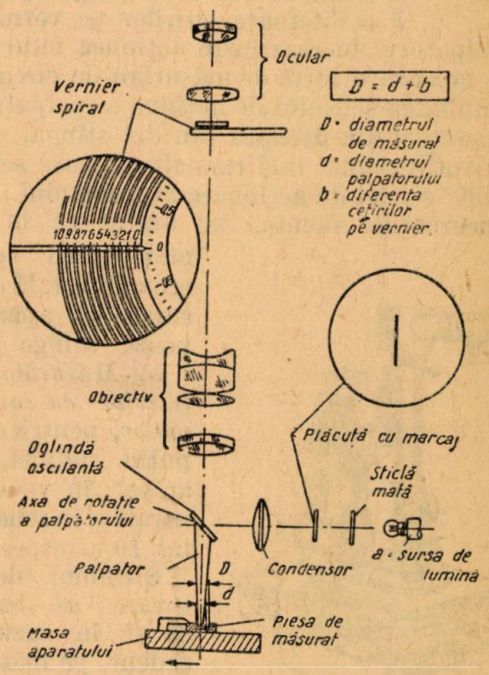


Fig. 9. Schema optică a măsurătorului de interior cu vernier spiral.

condensorului, înainte de a trece prin condensor întîlnește plăcuța cu centrul marcat prin linia verticală arătată în dreapta, fig. 9. Imaginea acestei mărci cade pe oglinda oscilantă, de unde prin obiectiv cade pe reticolul cu vernier spiral al ocularului. Astfel, pe vernierul ocu-

larului, apare scara fixă şi marcajul mobil, urmărind mişcările palpatorului fixat solidar cu oglinda oscilantă.

Măsurarea alezajelor se face în două moduri diferite :

1. Măsurarea directă a diferenţei dintre diametrul găurii de măsurat şi diametrul bilei palpatorului introdus în această gaură (alezaje mici 1,5—6 mm).

2. Folosirea calelor ca mijloc auxiliar şi măsurarea diferenţei (alezaje mari 6—16 mm.)

In primul caz, se utilizează aceiaş metodă ca la măsurarea alezajelor cu şublerul cu cuţite de interior. La numărul cetit pe vernier se adaugă diametrul palpatorului şi se găseşte astfel diametrul de măsurat. Cîmpul de măsurare al vernierului fiind — după cum arată figura — 1 mm, cu diviziuni de un micron, posibilităţile de măsurare ale aparatului sînt, pentru diferite diametre ale palpatoarelor întrebuinţate, cuprinse în limitele de mai jos.

Diametru bilă palpator	$d = 1{,}4$	2,3	3,2	4,1	5
Diametru alezaj	$D = 1{,}5—2{,}4$	2,4—3,3	3,3—4,2	4,2—5,1	5,1—6

In acest caz, procesul de măsurare constă în fixarea piesei în poziţia corectă a alezajului de măsurat, punerea la zero a vernierului în poziţie cu palpatorul în contact cu peretele din stînga al alezajului şi mutarea palpatorului pe peretele din dreapta al alezajului.

Rezultă dimensiunea alezajului

$$D = d + b$$

unde d = diametrul bilei palpatorului,
b = diferenţa citirilor pe vernier.

Palpatorul lucrează sub acţiunea unui resort care creează o forţă de măsurare de circa 50 g. Schimbarea sensului de acţiune a palpatorului, pe peretele din dreapta sau din stînga, se face prin rotirea unui inel randalinat, care schimbă cu 180° sensul de acţionare al resortului.

Incercările făcute, au arătat că în cazul manipulării corecte, eroarea totală de măsurare a aparatului poate atinge 1,2 μ.

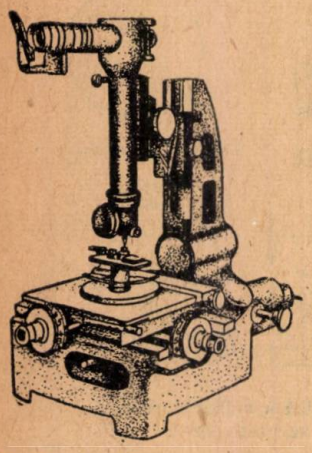


Fig. 10. Vedere generală a măsurătorului de interior cu autocolimator.

b) Măsurătorul de interior cu autocolimator, pentru alezaje puţin adînci, este arătat, în vedere generală şi în schemă, în fig. 10 şi respectiv 11.

Sistemul de măsurare se bazează, ca şi în cazul precedent, pe măsurarea deplasărilor mici ale palpatorului, ca diferenţă între diametrul alezajului de măsurat şi al bilei palpatorului. Construcţia obişnuită posedă un tub similar tubului optimetrului, al cărui mecanism tangenţial ($b = l \operatorname{tg} \alpha$) este înlocuit cu mecanismul sinusoidal ($b = l \cdot \sin \alpha$) fig. 11 al palpatorului. In acest scop, sistemul oscilant al optimetrului

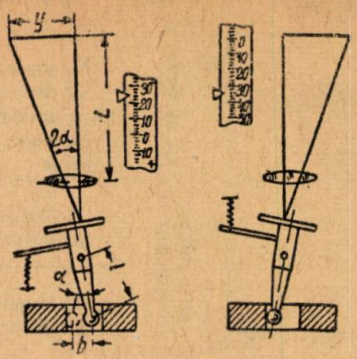


Fig. 11. Schema măsurătorului de interior cu autocolimator.

obişunit este înlocuit cu un cap special de măsurare cu palpator, solidar cu o oglindă oscilantă în jurul unui ax orizontal.

Palpatorul lucrează în permanenţă sub acţiunea resortului care, prin comutare cu 180° îl pune în contact cu unul sau celălalt perete al alezajului, creind o forţa de măsurare de aproximativ 50 g.

Rotirea palpatorului, şi deci a oglinzii solidare cu el, provoacă deplasarea scării de măsurare în faţa indicelui (fig. 11).

Ca şi în cazul precedent, tubul cu capul de măsură, sînt fixate pe batiul microscopului de atelier, cu masă mobilă în două direcţii octogonale, cu şuruburi micrometrice.

Pentru executarea unei măsurări, cu ajutorul şuruburilor micrometrice, alezajul de măsurat fixat pe masa aparatului se aşează în poziţie corectă faţă de palpator şi, apoi, prin comutarea resortului, palpatorul se pune în contact cu unul sau celălalt perete al alezajului.

Dimensiunea alezajului de măsurat rezultă, ca şi în cazul precedent, ca sumă

$$D = N + d \text{ unde}$$

N = diferenţa cetirilor pe scara mobilă,
d = diametrul bilei palpatorului.

Pentru diferite diametre ale bilei palpatorului, domeniile de măsurare sînt cele de mai jos :

Diametru bilă palpator	d 0,8	1,55	1,5	1,85
Diametru alezaj	D 0,85—1,2	1,2—1,55	1,55—1,9	1,9—2,25

Precizia este de $\pm$ 1 μ.

Aparatul, avînd o sensibilitate pronunţată, este indicat pentru măsurări de laborator.

3. Aparate optico-mecanice folosind principiul deformărilor elastice

Ideia de a se folosi în mod favorabil desavantajul deformărilor elastice ale elementelor tuturor aparatelor mecanice şi optico-mecanice, a condus la crearea a două aparate de măsurat

cu fir flexibil, realizate practic de Casa ASKANIA :

a — Aparatul de măsurat cu coardă flexibilă, fig. 12, constă din următoarele părţi principale :

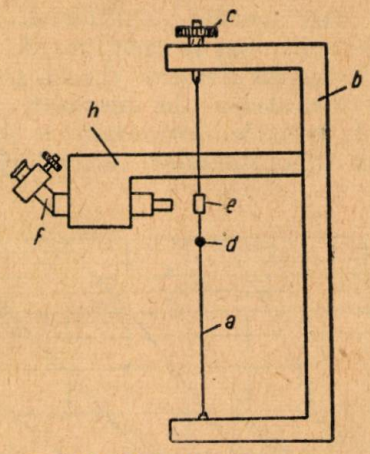


Fig. 12. Dispozitiv de măsurat interior cu coardă flexibilă.

a = coardă flexibilă (ϕ = 0,1 mm),
b = cadru în formă de U,
c = pensetă pentru prins şi întins capătul firului,
d = palpator (perlă de fontă ∅0,3 mm).
e = plăcuţă cu indice
f = microscop de măsură de precizie,
h = braţ de susţinere.

Principiul şi executarea măsurărilor cu acest aparat, sînt următoarele :

Se fixează cadrul (b), pe microscopul universal de măsurat, astfel încît firul (a) să poată fi trecut prin deschizătura centrală a mesei şi prin alezajul de măsurat aşezat deasupra acestei deschizături, la nivelul palpatorului (d), care se va sprijini astfel consecutiv pe cei doi pereţi ai alezajului. După fixarea firului (a) în penseta (c) acesta se întinde uşor prin rotirea butonului randalinat. Pentru a se evita dificultatea sesizării momentului cînd are loc primul contact între palpator şi peretele alezajului, se procedează ca în fig. 13. Se provoacă o deplasare a palpatorului, în cadrul limitei de elasticitate a firului flexibil, care se determină prin calcul.

Dacă valoarea deplasării a_1 este aceiaşi pentru ambele poziţii de măsurare I şi II, relaţia care dă valoarea alezajului de măsurat, este : (fig. 13)

$$D = D' - 2a_1 + d_1$$

Dacă metrologul se obişnueşte a face la fiecare măsurătoare aceiaş deplasare a_1 valoarea d_1—$2a_1$ nu va mai trebui calculată de fiecare dată ci va fi reprezentată aşa cum arată realizarea practică, prin două perechi de diviziuni simetrice prin raport cu centrul reticulului microscopului de măsurat. Cu acestea va trebui pus în coincidenţă indicele plăcuţei de pe fir, pentru obţinerea deplasării calculate. Este însă de adăogat că, de fapt nu se determină deplasarea a_1, ci deplasarea proporţional mai mică b_1 a plăcuţei cu indice, observată în microscop. Deplasarea a_1 se alege suficient de mică, pentru a putea tutuşi fi observată (10—15 μ).

Forţa de măsurare pentru tensiuni în fir de ordinul a 1—2 Kg, necesare obţinerii deplasării sus amintite, se calculează după legea lui HOOK, şi abia atinge pentru un fir de 0,1 mm diametru şi circa 200 mm lungime, cîteva zecimi de gram.

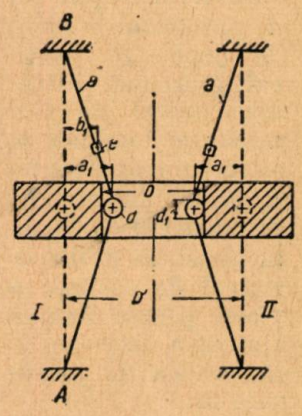


Fig. 13. Principiul de măsurare al aparatului cu coardă flexibilă.

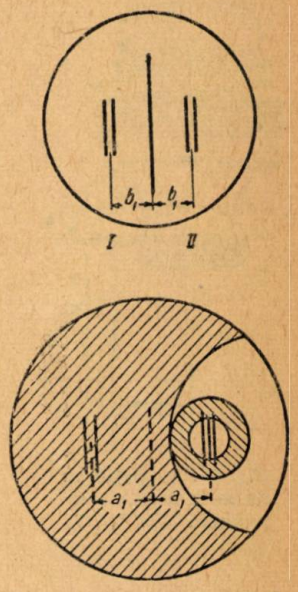


Fig. 14. Ocularul cu reticul pentru reglajul deviaţiei firului flexibil.

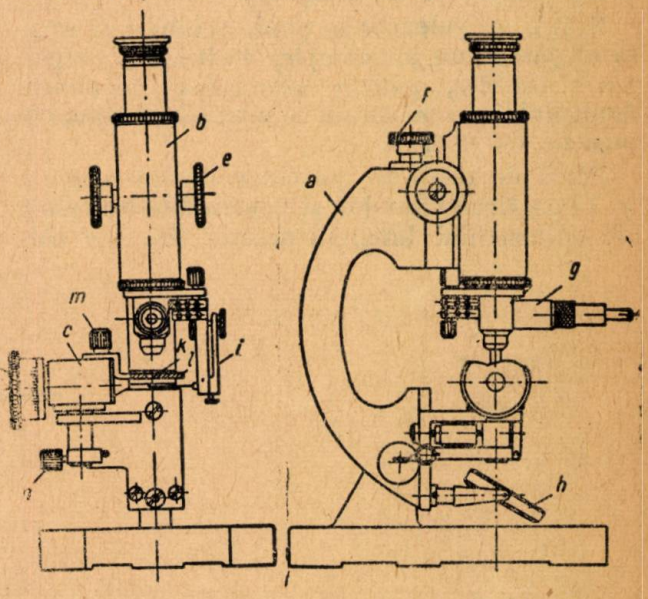


Fig. 15 Microscop de măsurat interior cu fir flexibil.

Aparatul industrial este robust, fără sensibilitatea exagerată a aparatelor optico-mecanice descrise anterior şi poate servi pentru măsurarea în atelier, cu precizie pînă la ± 1 μ, a alezajelor mai mari de 0,5 mm.

Ca accesorii, aparatul posedă mai multe corzi de rezervă de grosimile şi cu palpatoarele de mai jos :

Diametrul fir	0,1	0,3	0,5
Diametru palpator	0,3	1,0	3,0

Cu această gamă de palpatoare, se pot executa, după cum s-a arătat măsurări de alezaje între 0,5 și 50 mm.

b. Microscopul de măsurat interior cu fir flexibil, fig. 15, este un microscop fără masă mobilă obișnuită și constă din : suportul obișnuit *a*, tubul microscopului *b*, masa de măsură *c*, șurubul de reglaj fin *d*, mecanismele *e* și *f*, de deplasare verticală grosolană și fină, dispozitivul de iluminat *g* și oglinda *h*, suportul palpatorului *i*, cu palpatorul *K*, dispozitivul de fixare al piesei *m* și dispozitivul de oscilare a piesei pentru fixarea corectă a diametrului în poziție de măsurare *n*.

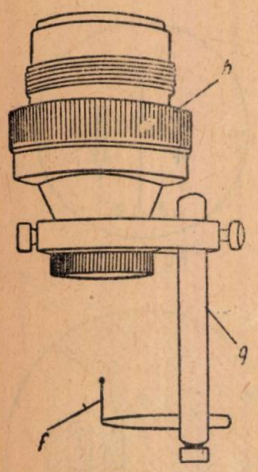


Fig. 16. Suportul cu fir flexibil al microscopului din fig. 15

Principiul aparatului este similar cu cel descris anterior, cu deosebirea că firul flexibil de tungsten este scurt (1,5 mm.) fixat numai la capătul inferior și prevăzut la capătul superior cu un palpator sferic de dimensiuni minuscule (25 μ ϕ) așa cum arată fig. 16.

Brațul cu palpator se poate schimba și aparatul posedă un joc complet de brațe și palpatoare diferite, pentru asigurarea acoperirii domeniului de măsurare 50 μ pînă la 8 mm, cu precizie de $\pm$ 1 μ.

Forța de măsurare pentru o deplasare $a_1 = 10\ \mu$ a firului flexibil și pentru diferite valori ale diametrului lungimii acestui fir, este calculată și reprezentată în diagrama din figura 17.

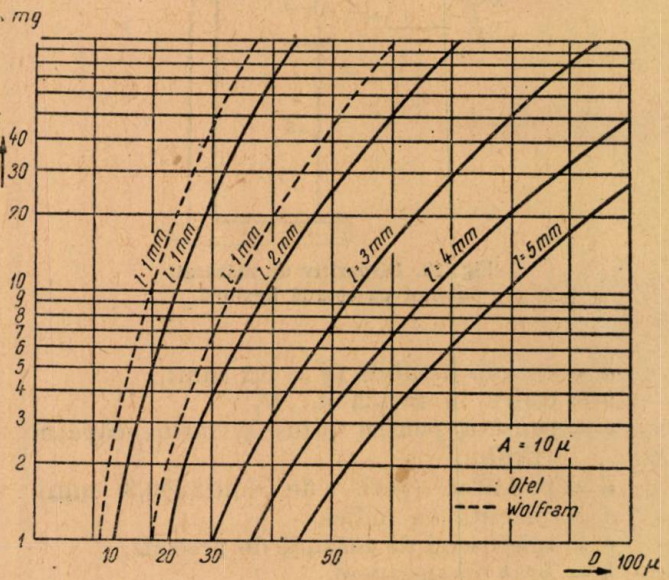


Fig. 17. Diagrama forței de măsurare a aparatului cu fir flexibil.

S-au expus în cele de mai sus principiile de bază ale măsurărilor la interior, cu aplicare la alezaje sub 10 mm și s-au descris succint cîteva metode și aparate mai puțin cunoscute care permit extinderea domeniului de măsurare pînă la fracțiuni de mm.

Pentru industria noastră, care a îmbrățișat, fabricarea aparatelor de măsurat și acelor mecanice de precizie, concomitent sau înaintea creării laboratoarelor metrologice și a institutelor de specialitate este foarte necesară cunoașterea amănunțită a metodelor noi de măsurare în acest domeniu, asupra cărora articolul de față ține să atragă atenția.

Calibre de sticlă

Conf. ing. SEPTILICI RAUL, ing. ŞERBĂNESCU MIHAI
şi ing. CÎRSTEANU TRAIAN

В настоящей статье отмечаются достоинства контрольных стекляных калибров по сравнению с стальными.

Даются также свтдения о технологии обработки стекляных калибров, а также предпосылки, на которых основан выбор соответствующего стекла.

★

Les auteurs exposent les avantages notables présentés par les calibres de contrôle confectionnés en verre, par rapport à ceux confectionnés en acier.

En même temps, les auteurs donnent des notions relatives à la technologie d'usinage employée pour les calibres en verre, ainsi que les critères sur lesquels repose le choix du verre convenable.

I. INTRODUCERE

1.1. — Pentru economisirea oţelurilor carbon de calitate şi oţelurilor de scule la confecţionarea calibrelor de control, s-au făcut cercetări în vederea găsirii unui material de înlocuire cu preţ mult mai redus.

Ţinînd însă seama de numeroasele condiţii pe care trebuie să le îndeplinească un calibru de control în exploatare, au fost necesare cercetări laborioase.

Au fost luate în considerare, în afara condiţiei de mai sus, şi:

— necesitatea de a avea un material care practic să fie nedeformabil (modul de elasticitate foarte mic);

— găsirea unui material care să prezinte posibilitatea de a fi prelucrat cu o precizie egală cu aceea a oţelului.

In urma cercetărilor întreprinse în S.U.A. şi Angla, între anii 1940—1946, apar pentru prima oară, ca produse ale industriei de aparate de măsurat şi control, calibre confecţionate din sticlă. Tîrgul din Lipsca din 1953, expune produse industriale din diferite ţări, printre care R.D.G.; în sectorul de mecanică fină se prezintă o serie de astfel de calibre.

Incepînd cu acest an, deosebitele calităţi pe care le prezintă calibrele de sticlă, fac ca ele să fie folosite în industria cît mai multor state (U.R.S.S., Cehoslovacia, Polonia).

Intreprinderile cehoslovace „MEOPTA", pun următoarea întrebare în prospectul referitor la calibrele de sticlă:

„care din două", calibrul de oţel sau cel din sticlă?

Răspunsul este: „**Calibrul care este superior** din punct de vedere al condiţiilor tehnice şi de exploatare, în special al **preciziei — calibrul cel mai rentabil.**

In cele de mai jos se vor examina aceste condiţii; iar din concluziile trase se va putea preciza acest răspuns.

1.2. — De curînd problema **calibrelor de sticlă** a fost luată în studiu şi în ţara noastră de un colectiv de ingineri, iniţiat de autorii acestui articol.

Ca bază a acestui studiu şi pentru încercări, ne-am propus următorul plan:

— **Stabilirea formei de calibru** din sticlă, în faza de început a lucrărilor: calibru tampon, calibru potcoavă sau calibru inel.

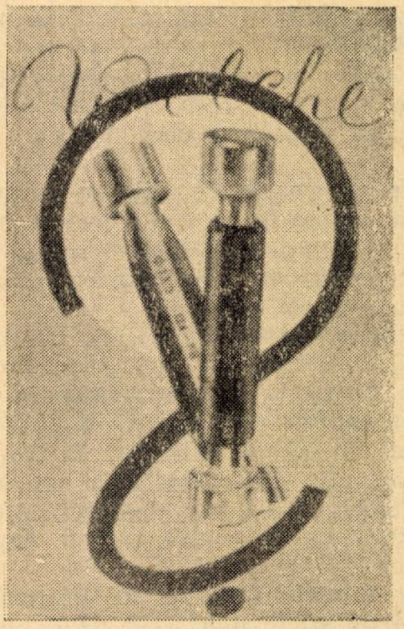


Fig. 1. (Din prospectul MEOPTA pentru calibre din sticlă)

— Fixarea unei **tehnologii adecvate** care să poată duce la o soluţie rentabilă a problemei şi care să asigure în acelaş timp o calitate corespunzătoare calibrului.

— Găsirea unui **material potrivit**, care să se poată fabrica în ţară şi care să aibă proprietăţi apropiate de a materialelor folosite în prezent.

1.3. — In cele ce urmează, folosind concluziile experimentărilor făcute la noi în ţară, ca şi indicaţiile documentaţiei străine, vom arăta care sînt avantajele pe care le prezintă calibrele de sticlă faţă de cele din oţel, tipurile de calibre din sticlă executate pînă în prezent şi materialele

BUDAPESTI MUSZAKI EGYETEM KÖNYVTÁRA 1848

folosite; de asemeni vom da cîteva indicaţii privind tehnologia fabricaţiei precum şi folosirea lor.

2. AVANTAJELE PRINCIPALE ALE CALIBRELOR DE STICLĂ

Cu toate că nu se poate da încă răspunsul la întrebarea dacă calibrele de sticlă vor înlocui definitiv calibrele metalice, totuşi avantajele pe care le vom enumera mai jos, impun o atentă cercetare a posibilităţilor deschise de folosirea sticlei ca înlocuitor al oţelului la construcţia calibrelor.

Să ne oprim pe rînd la caracteristicile principale ale celor două materiale — sticla şi oţelul — şi să le comparăm.

2.1. — **Duritatea.** Dintre sticlele optice întrebuinţate la calibrele de control, cea mai mare duritate o prezintă sticla de crom borosilicat. Duritatea determinată cu ajutorul aparatului Zeiss corespunde unei sarcini a penetratorului de 57 g în comparaţie cu a oţelului călit care este numai de 55 g. După cum vedem, duritatea borosilicatului de crom este superioară durităţii oţelului.

2.2. — **Rezistenţa la uzură.** Rizurile care apar la suprafaţa calibrelor de sticlă în timpul utilizării lor, nu influenţează şi nici nu modifică proprietăţile de măsurare ale acestora. In cazul oţelului, apare o umflare a materialului pe marginile sgîrieturii, ceea ce poate provoca în unele cazuri depăşirea cîmpului de toleranţă admis.

In timp ce un calibru metalic cu multe sgîrieturi are în mod categoric o altă cotă decît cea iniţială, un calibru de sticlă cu o suprafaţă puternic sgîriată îşi păstrează dimensiunea iniţială, asigurînd un control corect.

Iată cîteva date, concretizate în diagrama alăturată, în legătură cu cercetarea fenomenului de uzură, făcute la calibre inelare din sticlă în paralel cu calibre din oţel. Cercetările au fost făcute într-un laborator englez. In timpul măsurătorilor, atît cu calibrele de sticlă, cît şi cu cele de oţel s-a dat o deosebită atenţie ca temperatura de măsurare să nu depăşească $19° \pm 0{,}2°C$.

Pentru primele 1500 de măsurători uzura calibrului de sticlă depăşeşte uzura calibrului de oţel; însă pînă la uzura de 100% calibrul de sticlă permite executarea a 47.000 de măsurători, pe cîtă vreme calibrul de oţel, doar a 44.000 de măsurători. In diagramă, aceasta se vede prelungind curbele pînă la caracteritica de 100% (caracteristica se menţine rectilinie).

2.3. — **Elasticitatea.** Modulul de elasticitate al sticlei este de cca 3 ori mai mic decît al oţelului. Datorită acestei proprietăţi, construcţia calibrelor din sticlă şi în special a calibrelor potcoavă este mai rigidă decît a unei piese similare executate din oţel.

Faptul că sticla este casantă, poate fi privit ca un avantaj. Lovitura căpătată de sticlă, nu are ca urmare o deformaţie permanentă, pe cînd calibrele de oţel capătă — datorită loviturilor care depăşesc limita de elasticitate — deformaţii permanente, cari duc la măsurători imprecise în caz că se continuă utilizarea lor.

In ipoteza lovirii unui calibru de sticlă, se poate continua folosirea lui cu certitudinea că se execută măsurători precise.

Dacă şocul sau lovitura de cădere a fost aşa de mare încît la un calibru de oţel s-ar fi produs o deformaţie permanentă, calibrul de sticlă se sparge.

2.4. — **Conductibilitatea termică.** Sticla fiind rău conducătoare de căldură, are un avantaj

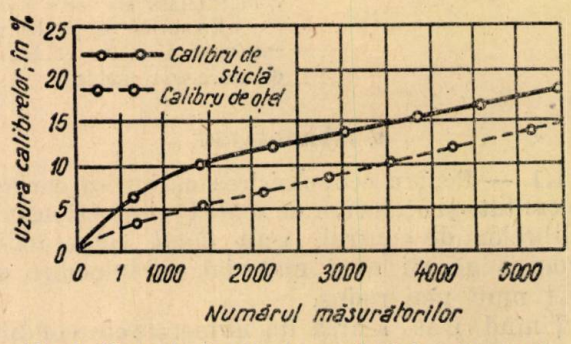


Fig. 2. Uzura în funcţie de numărul de măsurători.

asupra oţelului, deoarece din acest motiv căldura mîinii operatorului, precum şi variaţia temperaturii ambiante, nu influenţează asupra acestui calibru, în măsura în care influenţează calibrul din oţel.

Pentru a ne da seama de diferenţa dintre aceste două materiale din acest punct de vedere, e deajuns să dăm cifrele de conductibilitate termică, care sînt pentru oţel 50 kcal/mh° iar la sticlă de 0,9 kcal/mh°.

2.5. — **Rezistenţa la coroziune.** Calibrele de oţel sînt atacate de agenţii chimici şi atmosferici cam odată şi jumătate mai uşor decît sticla. Din această cauză întreţinerea calibrelor de sticlă este mai uşoară şi mai economică faţă de calibrele din oţel.

2.6. — **Greutatea** Calibrele din sticlă sînt aproape de 3 ori mai uşoare decît cele din oţel, ceea ce duce la o manipulare mai uşoară şi la un control optim.

2.7. — **Tendinţa de înţepenire** observată la calibrele de oţel, nu se manifestă la cele confecţionate din sticlă.

2.8. — **Transparenţa.** Calibrul din sticlă nu este un calibrul orb, înlesnind observarea în timpul controlului a contactului între suprafeţele calibrului şi a piesei (important în special pentru alezaje).

2.9. — **Costul.** Inlocuirea oţelurilor de calitate şi de scule cu sticlă, în confecţionarea calibrelor, atrage o utilizare mult mai raţională a oţelurilor scumpe, eliminîndu-se totodată consumul de energie necesar prelucrării mecanice, tratamentului termic şi rectificării calibrelor, scutind astfel durata fabricaţiei cu cca 60%, realizîndu-se o reducere a preţului de cost cu 50%.

3. TIPURI DE CALIBRE

3.1. — Părţile principale ale calibrului din sticlă sînt aceleaşi ca şi cele ale calibrelor confecţionate din oţel : o parte activă, cu suprafaţa de măsurare, şi o parte folosită la mînuirea calibrului (mînerul — în cazul calibrului tampon).

O caracteristică care se impune construcţiei

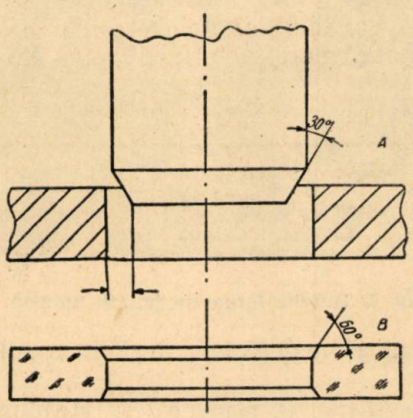
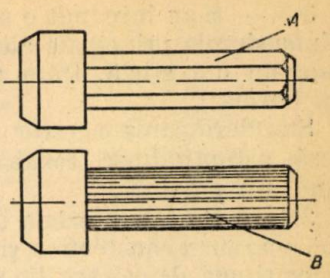


Fig. 3. Calibrul tampon (*A*) şi calibrul inel (*B*) din sticlă, e. lăţimea bisotului.

din sticlă este lipsa muchiilor vii. Toate muchiile trebuie să fie teşite sau rotunjite, mult mai accentuat decît în cazul construcţiei din oţel. Muchia prin care se face contactul dintre piesa metalică şi calibru trebuie să fie înclinată la 30°. In cazul calibrelor tampon şi inel, suprafeţele conice din zona frontală a calibrelor, permit o luare de contact cu piesa, pe o suprafaţă înclinată, dînd naştere la autoghidarea calibrului şi în acelaş timp evitînd spargerea sa în timpul controlului. Luarea de contact pe suprafaţa înclinată se produce chiar dacă dezaxarea dintre calibru şi alezaj este mai mare (dezaxarea poate fi egală cu lăţimea bisotului), ceea ce arată că grija cerută pentru manipularea calibrului, nu va trebui exagerată.



Forme de mîner
A - mîner de sticlă
B - mîner din material plastic

[Fig. 4. Forme de mîner.

3.2. — Confecţionarea mînerului calibrului tampon din sticlă a impus de asemenea o modificare faţă de calibrele din oţel. Materialul folosit este în cazul acesta o sticlă sau masele plastice. Mînerele pot fi striate la exterior (cînd se fac din mase plastice), pot fi mătuite sau pot avea secţiune poligonală (în cazul folosirii maselor plastice şi a sticlei).

Forma cu faţete este preferată deoarece pe lîngă faptul că se evită alunecarea din mîna operatorului, dar îi conferă şi o mare stabilitate la rostogolire atunci cînd calibrul este aşezat pe bancul de lucru.

Prinderea calibrului în mîner se face pe conicitate (cu aceiaşi pantă ca la calibrele de oţel).

La noi în ţară s-au experimentat mînere confecţionate din fibră. S-a obţinut o bună aderenţă în îmbinare, calibrul neieşind niciodată din mîner, dovedind astfel eficacitatea asamblării. In ceea ce priveşte calibrele potcoavă, esenţiala modificare de formă constă (în afară de teşirea accentuată a muchiilor şi în special a

Dimensiunile principale ale calibrelor tampon din sticlă

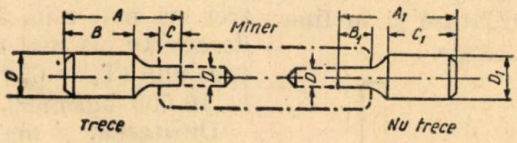


Fig. 5. Calibru limitativ dublu tampon de sticlă.

Nr. crt	Domeniul diametrelor		Dimensiunile principale ale calibrului.					Dimensiunile principale ale calibrului. *NT*				
	De la mm	Pînă la mm	*A*	*B*	*C*	*D* min.	*D* max.	A_1	B_1	C_1	D_1 min.	D_1 max.
1	9	13	57,2	32,7	19,0	7,84	7,87	41,2	15,9	19,0	7,84	7,87
1	13	17	63,6	38,1	19,0	10,3	10,4	44,4	19,0	19,0	10,3	10,4
3	17	21	63,6	38,1	19,0	10,3	10,4	44,4	19,0	19,0	10,3	10,4
4	21	25	73,1	27,0	22,2	15,4	15,5	54,0	23,8	22,2	15,4	15,5
5	25	29	73,1	27,0	22,2	15,4	15,5	54,0	23,8	22,2	15,4	15,5

muchiilor care mărginesc feţele active) în mărirea grosimii calibrelor de sticlă faţă de cele metalice.

3.3. — S-au întocmit o serie de norme pentru dimensiunile principale ale calibrelor limitative tampon din sticlă. Dăm mai jos un exemplu de normă*).

Standardizarea acestor calibre nu s-a făcut însă, aşteptîndu-se rezultatele ce se vor obţine din practică.

3.4. — Pînă în prezent după literatura străină, s-a reuşit construirea şi fabricarea următoarelor tipuri de calibre din sticlă. :

— calibre tampon;
— simple şi duble;
— calibre potcoavă — simple şi duble;
— calibre inel;
— calibre de formă.

Diametrele la care se confecţionează uzual calibrele tampon de către firmele din străinătate, sînt :

— între ∅ 5 şi ∅ 50— calibre tampon duble;
— între ∅ 50 şi ∅ 100 calibre tampon simple.

La comandă specială se execută şi calibre tampon cu diametre sub 5 mm şi peste 100 mm.

Calibrele tampon cu diametre peste 50 mm se confecţionează în general cu inel aplicat (fig. 7).

4. MATERIALELE CALIBRELOR DE STICLĂ

4.1. — La fabricarea sticlei, materialul de bază este nisipul cuarţos, care este cu atît mai bun cu cît procentul de siliciu este mai ridicat (95—98%).

In compunerea nisipului intră substanţe neutre şi substanţe dăunătoare. Aceste din urmă se elimină sau se lasă în cantităţi foarte mici.

Dintre substanţele neutre amintim : oxidul de aluminiu (Al_2O_3) care se adaugă în masa de sticlă în proporţie de 3% pentru a reduce tendinţa de cristalizare a masei şi pentru a mări rezistenţa sticlei la acţiuni chimice şi termice. Oxidul de bor (B_2O_3) este cel mai important dintre adausurile neutre. El dă sticlei unele proprietăţi valoroase, cum sînt : accelerarea procesului de topire, fluiditatea masei topite, creşterea rezistenţei la uzură, micşorarea coeficientului de dilatare şi în fine

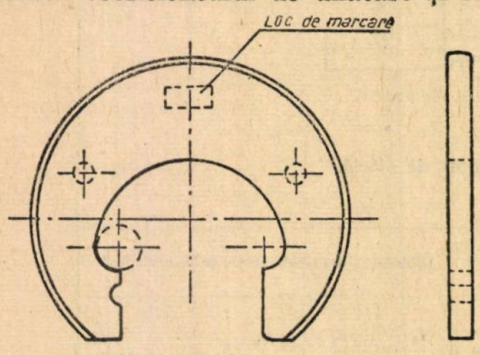


Fig. 6. Calibru potcoavă.

ridicarea durităţii sticlei. Oxidul de bor se introduce sub formă de acid boric sau borax în masa sticloasă.

*) „Fertigungs Technik" 1954, nr. 4, pag. 164 – 168.

Alte adausuri neutre de mai mică importanţă sînt : calciul, sub formă de oxid de calciu, magneziul, sodiul, potasiul, etc.

Oxizii de fier sînt dăunători, dar la confecţionarea calibrelor de sticlă ei pot fi prezenţi într-un

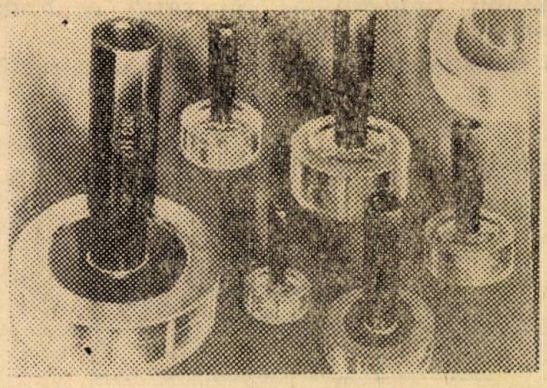


Fig. 7. Diferite forme de calibru tampon.

procent mai ridicat (0,1%) decît în cazul sticlei tehnice.

In cercetările intreprinse la stabilirea categoriilor de sticlă pentru confecţionarea calibrelor de control s-a ţinut seama pe de o parte de calităţile pe care trebuie să le îndeplinească aceste calibre, iar pe de altă parte de compoziţia chimică a masei sticloase.

Pentru confecţionarea calibrelor de sticlă, se foloseşte în general borosilicatul de crom şi sticla de plumb. Acestea sînt două calităţi de sticlă care posedă toate proprietăţile ce se cer calibrelor de control.

4.2. — *Proprietăţi fizico-chimice* : Domeniul proprietăţilor fizice şi chimice, ale diverselor categorii de sticlă optică, este foarte larg. Desigur însă nu pot exista sticle numai cu valori maxime sau minime ale proprietăţilor. Densitatea sticlei folosită la calibrele de control este de 2,4 – 2,5 g/cm³, pe cînd a oţelului este de 7,8 g/cm³ deci densitatea sticlei este aproximativ 1/3 din cea a oţelului. Modulul de elasticitate E al sticlei, reprezintă în medie 700.000 kgf/cm² pe cînd al oţelului 2.100.000 kgf/cm², deci de trei ori mai mic. Rezistenţa la tracţiune este de cca 10 ori mai mică decît rezistenţa la compresiune (T_t = 600 la 800 kgf/cm²; T_c = 7000 la 10.000 kgf/cm²).

Duritatea, şi aceasta este una din cele mai importante proprietăţi, depinde de compoziţia chimică, ajungînd pe scara Mohr de la 6 la 8 unităţi.

Valoarea coeficientului de dilatare liniară, pentru sticla folosită pentru calibre, este în medie de 70×10^{-7} cm/cm grd., pe cîtă vreme pentru oţelul călit coeficientul de dilatare liniară este de 120×10^{-7} cm/cm. grd.

Rezistenţa chimică a sticlei la agenţii atmosferici, apă, soluţii acide şi bazice, este în funcţie de compoziţia chimică. Dintre acestea soluţiile bazice sînt cele mai agresive dar aici, printr-un conţinut mare de siliciu, în proporţie mai mică oxid de aluminiu, bor şi zinc, au dus la o sporire

considerabilă a rezistenței chimice a sticlei optice.

La noi în țară se experimentează utilizarea unei sticle de borosilicat și o nouă compoziție obținută din materii prime indigene, la a cărei îmbunătățire se lucrează încă. Lucrările se fac în paralel, accentuîndu-se pe noua compoziție.

5. CONDIȚIILE DE FOLOSIRE A CALIBRELOR DE STICLĂ

5.1. — Una din problemele esențiale pentru aprecierea rentabilității construirii calibrelor din sticlă, este problema modului de folosire a lor.

Intr-adevăr, cea mai frecventă obiecție care se aduce posibilității de introducere în controlul pieselor a calibrelor de sticlă este că în exploatare ele se sparg. Oricît de ieftină ar fi fabricația lor, dacă consumul crește din cauza spargerilor, calibrele de sticlă devin nerentabile.

Acest defect este însă aparent.

Fără amenajări speciale, sau cu amenajări minime, calibrele de sticlă pot fi folosite fără să se spargă. Ceea ce trebuie însă înlăturat este lipsa de grije în timpul lucrului cu calibre, atît a muncitorilor, cît și a controlorilor. Desigur, calibrul de sticlă nu poate fi introdus într-o piesă în mișcare, cu calibrul de sticlă nu trebue lovită piesa pentru a o centra, în timpul lucrului calibrul de sticlă nu trebuie pus la un loc cu piesele metalice, etc. Dar toate aceste măsuri ce trebuiesc luate, sînt de fapt niște avantaje. S-ar părea că pentru calibrele metalice nu ar trebui luate toate aceste măsuri și în general nici nu se iau. Totuși, calibrele metalice se degradează chiar mai ușor decît calibrele de sticlă. Dar la calibrele metalice, această degradare nu este totdeauna evidentă și de multe ori se lucrează cu calibre degradate datorită unei utilizări necorespunzătoare, fără să se seziseze acest lucru decît la controlul final, sau la montaj, cînd piesa este uneori rebutată, sau în cel mai bun caz necesită remedieri.

Utilizarea calibrului de sticlă impune muncitorului mai multă conștiinciozitate, chiar numai prin faptul că el știe că lucrează cu un instrument de control care se poate sparge.

In afară de aceasta, degradarea accidentală a calibrului de sticlă e totală și evidentă, neputînd provoca rebuturi de piese — ceea ce reprezintă în fond o economie care depășește cu mult valoarea calibrului.

5. 2. — In ceea ce privește investițiile speciale, acestea se reduc la acoperirea cu linoleum sau postav a mesei de control (sau a unei părți de masă) și la folosirea unui covor de linoleum sau cauciuc, care să acopere pardoseala în jurul operatorului, pentru a evita spargerea calibrului, dacă este scăpat din mînă (calibrul de sticlă poate totuși rezista la căderi pe lemn și asfalt). Această măsură ar fi dealtfel binevenită și la folosirea calibrelor metalice.

Se recomandă de asemenea confecționarea unor stative simple din lemn, pe care să fie așezate calibrele atunci cînd sînt lăsate din mînă.

In ceea ce privește păstrarea acestor calibre, dispare necesitatea lubrifianților în condițiile de depozitare, scutind material auxiliar și timp.

Păstrarea uscată a calibrelor de sticlă, este singurul mod indicat și practicat cu rezultate bune. Trebuie însă ca depozitarea să se facă prin împachetare individuală, fie în cutii de carton, fie doar în hîrtie subțire care să protejeze partea activă a calibrului.

6. TEHNOLOGIA FABRICĂRII CALIBRELOR DE STICLĂ

6. 1. — In general la fabricarea calibrelor de sticlă se folosesc 3 procedee :

I. — Prelucrarea din sticlă bloc ;

II. — Prelucrarea din semifabricat presat la cote apropiate de cotele finite.

III. — Executarea piesei finite prin presare.

Fiecare din aceste procedee prezintă avantaje și dezavantaje.

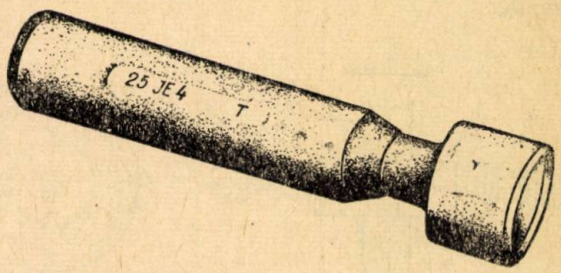


Fig. 8. Calibru romînesc de sticlă.

Criteriile de alegere a unui procedeu sau a altuia, este înzestrarea cu utilaj și nivelul producției acestor calibre (respectiv nivelul producției de piese la care se folosesc calibrele respective).

6. 2. — Metoda realizării calibrelor din sticlă bloc este mai puțin economică și mai incomodă decît celelalte două metode.

Metoda se folosește numai atunci cînd nu există posibilitatea să se preseze sticla, sau cînd numărul de calibre ce se execută este foarte mic.

Piesele prelucrate din bloc comportă o manoperă voluminoasă, o prelucrare mai complicată și dă un număr de rebuturi mai mare decît pentru prelucrările indicate la punctele II și III.

Adausul de prelucrare necesar duce la pierderi de material de cca 25 — 30%.

6. 3. — Metoda cea mai indicată (atunci cînd există posibilitatea să se facă o prelucrare mecanică corespunzătoare, dar nu există condițiile cerute pentru a realiza o presare de mare precizie) este metoda presării la dimensiuni apropiate de cele finite.

Prelucrarea mecanică nu este în acest caz prea costisitoare, iar presarea semifabricatului nu impune condiții prea pretențioase (calitatea suprafețelor puțin pretențioasă și o precizie mijlocie a cotelor).

Pentru intreprinderile care au posibilitatea să execute în bune condiții prelucrarea mecanică a sticlei și uzinează produse de serie mică, această metodă este cea mai avantajoasă.

6. 4. — Cel de al III-lea procedeu folosește turnarea în forme speciale, astfel ca suprafețele de măsurare să nu mai necesite nici o altă prelucrare, Calibrul fiind obținut direct din turnare în toleranțele prescrise.

Acest procedeu este cel mai economic și mai practic, atunci cînd volumul producției face necesar un număr mare de calibre și devine rentabilă construirea unor forme de mare precizie.

6. 5. — Pentru prima metodă, tehnologia de fabricație prezintă următoarele operații principale :

a) debitarea materialului cu șaibe cu diamant sau abraziv, dacă pornește de la blocuri de sticlă, sau cu role din widia, în cazul folosirii sticlei în plăci.

b) rotunjirea și șlefuirea pieselor cu ajutorul unor pietre abrazive pe mașini de șlefuit de precizie.

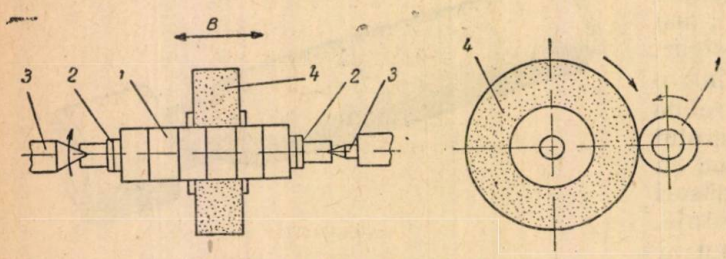


Fig. 9. Slefuirea pieselor de sticlă.

1. piesa de sticlă. *2.* dispozitiv de prindere și centrare; *3.* vîrfuri de centrare; *4.* discul abrasiv; *B.* sensurile de deplasare longitudinală a discului abraziv.

Tabela 1

Forma, mărimile de bază și tipul liantului					Mărimea granulației
profil drept	Liantul	D mm	H mm	d mm	140 - 325
	Bachelită și ceramică	De la 30 la 300	De la 5 la 100	De la 10 la 127	230 - 325
					170 - 280
					60 - 100
					60 - 140
					60 - 100

Dimensiunile pietrelor, folosite la această operație, sînt date în tabelul 1. Prelucrarea are o fază de eboș și o fază de finisare. Faza de eboș se execută cu șmirghel granulație între 60 și 80. Pentru finisaj se recomandă piatra abrazivă cu granulația 170 — 325.

Viteza periferică recomandată este de 1800 m/min. Polisajul suprafețelor calibrului se face în ultimele 5 — 6 treceri ale pietrei abrazive, folosind apă pentru răcire. Dacă nu se pot realiza polizări satisfăcătoare cu ajutorul pietrei abrazive (în primele experiențe ale noastre, nu ne-a reușit acest lucru), se recomandă polizarea prin cîteva treceri cu o șaibă de pîslă îmbibată cu oxid de fier sau de ceriu umed. Viteza de lucru, cca 500 m/min.

Se atrage atenția în mod special că nu se permite uscarea șaibei decît în ultimul minut al operației. In funcție de precizia mașinei—unelte utilizate, se pot obține astfel precizii de ordinul a 1,5 — 3 μ.

In cazul confecționării calibrelor potcoavă, în afară de șlefuire, procesul tehnologic mai poate cuprinde frezare și găurire, operații folosite pentru eboș. Găurirea se realizează cu ajutorul unor dispozitive în formă de țeavă, care execută o prelucrare inelară. Sînt două feluri de astfel de dispozitive :

— dispozitive în care abrazivul este picurat continuu, pătrunzînd între dispozitiv și piesă datorită unor tăieturi radiale practicate în peretele țevii (fig. 10) și dispozitive la care abrazivul este reținut în niște canale practicate pe partea frontală a sculei (fig. 11 C).

Dacă lucrătorul nu este obișnuit să lucreze cu astfel de dispozitive, uneori la ieșirea dispozitivului din piesa de sticlă, se produc spărturi. Acest lucru se poate evita dozînd atent efortul, mai ales în ultima fază a prelucrării.

Spărturile mici care mai apar, sînt înlăturate prin fațetarea muchiilor. Finisarea se execută la fel ca în cazul descris mai sus.

Frezarea se execută cu o sculă din metal moale, cu șmirghel sau praf de diament încastrat în zona periferică de lucru a sculei. Atît la frezare, cît și la găurire se atrage atenția asupra

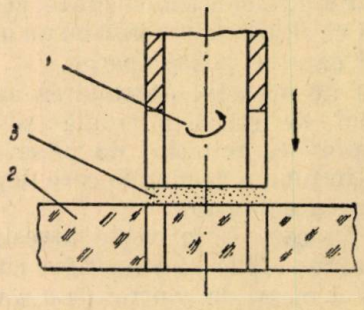


Fig. 10. Găurire cu dispozitive în formă de țeavă

1. dispozitivul. *2* piesa. *3.*abrazi .

necesității unei prinderi cît mai rigide a piesei, făcute pe o suprafață suficient de mare și în imediata vecinătate a zonei de prelucrare.

Cu toate că strunjirea sticlei (cu plăcuțe de widia) dă rezultate suficient de bune, totuși

această operație nu este recomandată pentru uzinarea calibrelor, deoarece la prima metodă de prelucrare se pornește de la o secțiune poligonală iar folosirea strunjirei ar duce la spargerea piesei ; atunci cînd se utilizează cea de a doua metodă de prelucrare, cotele semifabricatului sînt foarte apropiate de cele finite, ceea ce face

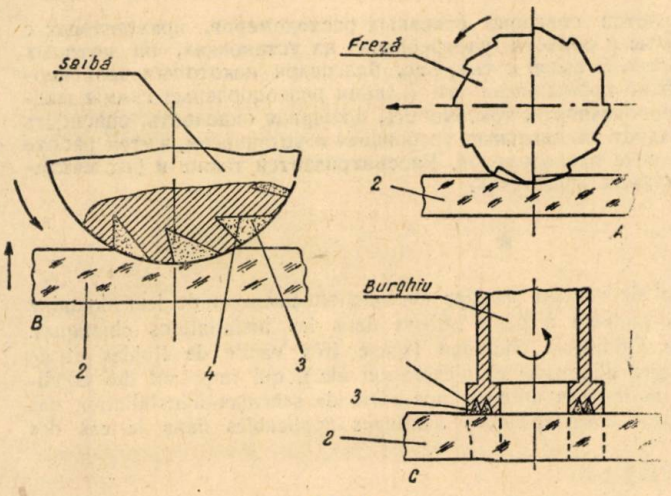


Fig. 11.

A. Prelucrarea prin frezare; *B*. Prelucrarea de debitare cu abraziv ; *C*. Dispozitiv de găurire; *2* : piesa, *3* : abraziv 4. canale

inutilă strunjirea — operației rentabilă în cazul degroșării unui adaus de prelucrare mai mare (cînd se prelucrează o sticlă dură — cazul sticlei din care se confecționează calibrele).

6. 6. — La noi în țară, într-un stadiu încă experimental, s-a trecut la fabricarea calibrelor din sticlă prin cel de al doilea procedeu, care prezintă avantagii din punct de vedere economic, dînd posibilitatea de a se obține diametre diferite, în game restrînse, cu o singură dimensiune a semifabricatului.

7. CONCLUZII

7. 1. — Cele expuse în această lucrare, permit să se afirme că problema cercetării calibrelor din sticlă, care se găsește în fază inițială în țara noastră, trebuie continuată.

7. 2.—Din rezultatele obținute pînă acum, se poate deduce că :

— *Forma de calibru* cea mai indicată, în fazele de început ale lucrărilor, este aceea a *calibrelor tampon*, deoarece prelucrarea lor este cea mai ușoară și nu prezintă dificultăți speciale.

— Inițial problema să se limiteze numai la realizarea și folosirea de *contra calibre* din sticlă, întrucît *tampoanele* sînt singurele care se folosesc ca contra calibre iar exploatarea contra calibrelor este mai potrivită cu atenția cerută de utilizarea unor instrumente confecționate din sticlă.

7. 3. — Străduințele noastre se concentrează în momentul de față spre stabilirea unei tehnologii optime de prelucrare a sticlei pe mașini unelte universale. Acest lucru va permite fiecărei intreprinderi să-și execute calibrele necesare, înlăturînd dependența lor de o intreprindere specializată în prelucrarea sticlei. Experiența a arătat că acest lucru este posibil.

7. 4. — Inițiativa de a folosi și în țară la noi calibre din sticlă, credem că va aduce reale foloase industriei metalurgice și în special industriei de mecanică fină.

Bibliografie

CNUDZINSKI : *Sticla ca material înlocuitor pentru confecționarea calibrelor fixe* ; „*Fertigungs Technik*" *1954, nr. 4*

GH. LUDWIG : *Prelucrarea sticlei cu scule din metal dur* ; *Fertigungs Technik*", *1953, nr. 10.*

E. KRELL : *Sticla ca material înlocuitor și materie primă în industria chimică* ; „*Silikat Technik* „*1954, nr. 1.*

ROTHE : *Calibre tampon limitator din sticlă* ; „*Feingeräte Technik* „ *1954, nr. 2.*

Măsurarea debitelor fluidelor în procesele chimice

Ing. L. BADEA

В настоящей статье дается описание основных расходомеров, применяемых с точки зрения принципа работы и области употребления на установках, на которых протекают химические процессы. В связи с тем, что, благодаря некоторым особенностям химических процессов этой промышленности (весьма разнообразные гаммы жидкостей, различный расход, коррозийность, токсичность, пожарная опасность, опасность взрывов и т. т.), она предъявляет специальные требования к установкам, в этой работе предложен ряд схем по установке расходомеров. Рассматривается также и ряд монтажей применяемых при коррозийных жидкостях.

★

L'auteur indique, du point de vue du principe de fonctionnement et de leur domaine d'application, les principaux compteurs à débit utilisés dans les installations chimiques.

Vu les particularités de l'industrie chimique (game très variée de fluides et de débits, corrosion, toxicité, danger d'incendie et d'explosion etc.), qui imposent des conditions spéciales d'installation, les auteurs donnent une série de schémas d'installation des compteurs à débit. Ils indiquent aussi quelques montages applicables dans le cas des fluides corrosifs.

PARTEA I-a

Măsurarea debitelor fluidelor joacă un rol important în controlul bilanţurilor de materiale al instalaţiilor pilot, semiindustriale şi industriale cu procese chimice, contribuind la stabilirea randamentelor optime ale acestora.

Desfăşurarea normală a proceselor tehnologice (respectarea calităţii şi cantităţii produselor), stabilirea datelor necesare proectărilor ulterioare, calculului preţului de cost şi al indicilor tehnico-economici, implică măsurarea debitelor fluidelor care intră în reacţii, a acelora care rezultă din reacţii şi a utilităţilor (apă, abur, combustibil, etc).

Datorită caracterului său complex, industria chimică şi industriile ce folosesc procese chimice utilizează cea mai mare parte din tipurile de debitmetre existente.

Ne propunem, în cadrul restrîns al prezentei lucrări, să expunem principalele tipuri de debitmetre, scoţînd în evidenţă ceea ce este specific pentru procesele chimice.

După *metoda de măsurare*, aparatele pentru măsurarea debitmetrelor se clasifică în :

— debitmetre cu presiune diferenţială variabilă.

—debitmetre cu presiune diferenţială constantă.

— debitmetre cu nivel variabil.

— debitmetre cu măsurareà directă a volumului sau vitezei.

— debitmetre ultrasomice.

— debitmetre electrice şi

— debitmetre cu izotopi radioactivi .

După *funcţiile lor*, debitmetrele pot fi : indicatoare (arată valoarea măsurată la un moment dat), înregistratoare (indică grafic valorile măsurate) şi integratoare (însumează valorile măsurate).

Uneori debitmetrele sînt prevăzute cu dispozitive de semnalizare acustice şi optice. Dispozitivele de semnalizare funcţionează pe principiul, că atunci cînd se ajunge la o stare de funcţionare anormală a instalaţiei (creşterea sau descreşterea debitului de la o valoare stabilită), dela debitmetru porneşte un impuls electric, care trecînd printr-un releu corespunzător, determină punerea în funcţiune a unui semnal acustic sau optic (lampă), atrăgînd atenţia pînă ce se iau măsurile de restabilire a regimului normal al instalaţiei.

Debitmetre cu presiune diferenţială variabilă

Asemenea aparate sînt compuse dintr-un dispozitiv primar numit dispozitiv de strangulare (diafragmă, duză, tub venturi, etc.) care creează o presiune diferenţială proporţională cu debitul, un dispozitiv secundar (manometru diferenţial) care măsoară presiunea diferenţială creată şi conductele de legătură dintre acestea. Debitmetrele cu presiune diferenţială variabilă se bazează pe faptul că prin introducerea în conducta prin care circulă fluidul, a unui dispozitiv de strangulare, avînd un orificiu cu diametrul mai mic decît diametrul conductei, în orificiu ia naştere o viteză mai mare decît în conductă, ceea ce se manifestă printr-o cădere corespunzătoare de presiune. Căderea de presiune la un anumit diametru al orificiului şi al conductei este variabilă în funcţie de debitul fluidului.

In fig. 1 este reprezentată schema de principiu a măsurării debitului prin metoda presiunii diferenţiale variabile.

Presiunea diferențială creată în orificiul dispozitivului de strangulare 1 determină poziția lichidului în manometru diferențial 2 (tub U).

Ecuația generală de calcul a debitmetrelor cu presiune diferențială este :

$$V = KS\sqrt{\Delta P} \qquad (1)$$

unde :

V = debitul volumetric al fluidului.
K = constată.
S = suprafața secțiunii de trecere a fluidului.
ΔP = presiunea diferențială.

Pe baza ecuației (1), în conformitate cu teoria curgerii fluidelor, a fost stabilită, pentru calculul debitmetrelor cu presiune diferențială variabilă, următoarea ecuație :

$$V = \alpha\,\varepsilon\,S_0\sqrt{\frac{2g\,\Delta P}{\gamma}} \qquad (2)$$

unde :

α = coeficientul de debit (constanta aparatului).
ε = coeficientul de corecție pt. dilatarea fluidului.
S_0 = suprafața secțiunii orificiului de trecere.
g = accelerația gravității.
γ = greutatea specifică în condițiile de lucru.
ΔP = presiunea diferențială.

In cazul lichidelor care practic sînt incompresibile $\varepsilon = 1$. Ecuația (2) se folosește în calcul, fie la determinarea debitului în funcție de presiunea diferențială la o secțiune a orificiului de trecere dată, fie la determinarea secțiunii orificiului de trecere la un debit și o presiune diferențială dată.

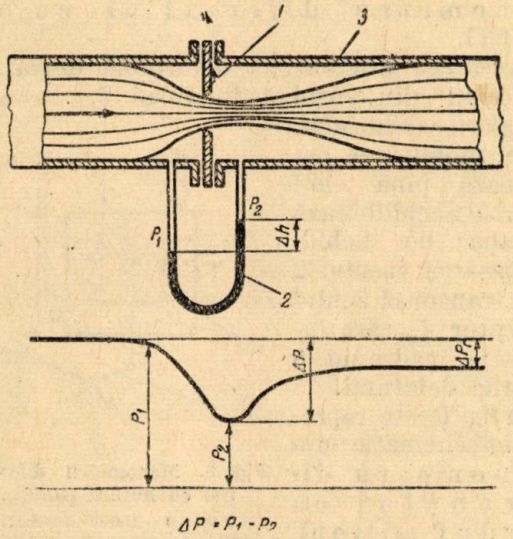


Fig. 1. Schema de principiu a măsurării debitului prin metoda presiunii diferențiale variabile.
1 — dispozitiv de strangulare; 2 — manometru diferențial; 3 — conductă.

Dispozitivele primare (de strangulare) ale debitmetrelor cu cădere variabilă de presiune, cele mai frecvent utilizate, sînt reprezentate schematic în fig. 2.

Tubul Pitot se bazează pe introducerea unui capăt al unui tub subțire în conducta prin care trece fluidul, cu planul deschiderii orificiului acestuia perpendicular pe direcția de curgere și măsurarea diferenței între presiunea din orificiu și presiunea statică a fluidului.

Coturile și teurile sînt unele dintre cele mai simple dispozitive de strangulare.

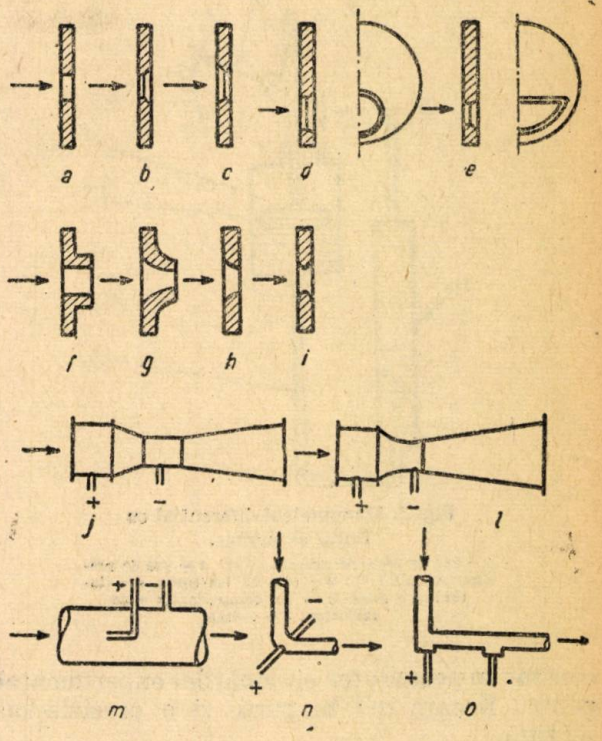


Fig. 2. Dispozitive de strangulare
a — diafragmă cu orificiu circular central și margine dreaptă; b — diafragmă cu orificiu circular central și margine oblică,; c — diafragmă cu orificiu circular central cu două margini oblice; d — diafragmă cu orificiu circular excentric; e — diafragmă cu orificiu în formă de segment excentric; f — duză cilindrică cu margine dreaptă; g — duză cilindrică cu margine curbă; h — duză plană cu margine curbă; i — duză plană cu două margine curbe; j — tub Venturi cu intrare conică; 1 — tub Venturi cu intrare iperboloidă; m — tub Pitot; n — cot; o — teu.

Cea mai largă aplicabilitate o au diafragmele, prezentînd următoarele avantaje :

— precizia ridicată de măsurare cînd se folosesc la lichide fără suspensii.
— cost de confecționare acceptabil,
— cost redus de montaj,
— întreținere simplă.

Desavantajele diafragmelor sînt :

— sensibilitate față de fluidele vîscoase sau impure.
— necesitatea unei execuții de înaltă precizie.

Diafragmele sînt confecționate din oțeluri aliate (cu crom sau nichel crom) sau din oțel obișnuit cromat.

Duzele sînt folosite în cazul fluidelor cu vîscozități ridicate, sau care conțin suspensii și prezintă avantajul că permit măsurări de precizie în cazul fluidelor care circulă cu viteze mari.

Tuburile Venturi au aceleași avantaje ca și duzele, cu adausul că prezintă pierderi mici de presiune. Tuburile Venturi permit măsurarea debitelor fluidelor care conțin solide în suspensie.

Tubul Pitot prezintă avantajele unor pierderi scăzute de presiune și ușurința instalării în

conducte sub presiune. Dezavantajele sînt : necesită fluide mai curate decît celelalte dispozitive şi o instalare atent efectuată.

Coturile şi teurile au o utilizare mai restrînsă. Principalele avantaje ale acestora sînt simplitatea confecţionării şi a montajului. Dezavantajele

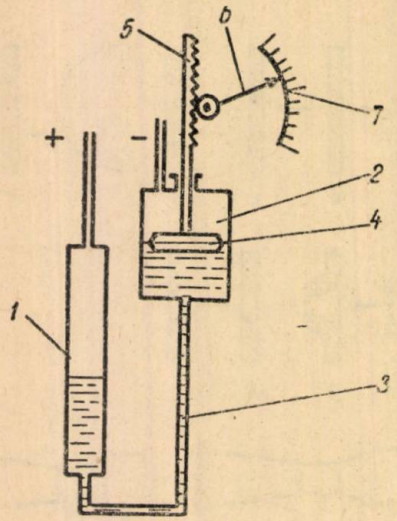


Fig. 3. Manometrul diferenţial cu flotor şi mercur.

1 — vas de presiune ridicată (+); *2* — vas de presiune scăzută (−); *3* — tub de legătură; *4* — flotor; *5* — mecanisme de transmitere; *6* — ac indicator; *7* — cadran.

constau în necesitatea etalonărilor experimentale pentru fiecare caz în parte şi o precizie mai scăzută.

Dispozitivele secundare cele mai utilizate sînt : manometru diferenţial cu flotor şi mercur, manometru diferenţial tip balanţă inelară, manometru diferenţial cu vas mobil, manometru diferenţial cu burduf (silfon), manometru diferenţial cu membrană, manometru diferenţial cu clopot şi manometru diferenţial cu două clopote.

In fig. 3 este reprezentat schematic un manometru diferenţial cu flotor şi mercur.

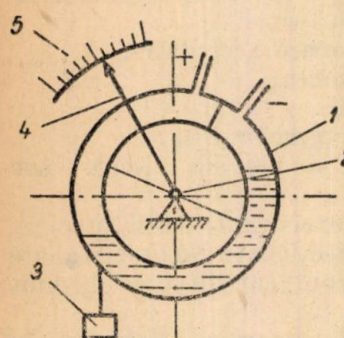


Fig. 4. Manometru diferenţial tip balanţă inelară.

1 — Tub inelar; *2* — Mecanism de transmitere; *3* — Contragreutate; *4* — Ac indicator; *5* — Cadran.

Presiunea diferenţială creată în dispozitivul de strangulare determină deplasarea mercurului din vasul 1 în vasul 2 prin tubul de legătură 3. Flotorul 4, care pluteşte în mercur, se deplasează corespunzător, deplasarea sa fiind transmisă acului indicator 6 prin intermediul mecanismului de transmitere 5. Valorile indicate pe cadranul 7 reprezintă debitul fluidului care trece prin dispozitivul de strangulare.

In fig. 4 este reprezentat schematic un manometru diferenţial tip balanţă inelară.

Tubul inelar 1 este împărţit în două camere. Camera din partea stîngă, comunică cu presiunea pozitivă, iar cea din partea dreaptă, cu presiunea negativă. Datorită presiunii diferenţiale, lichidul din tubul inelar 1 se deplasează. In urma dereglării echilibrului, tubul inelar se roteşte cu un unghi oarecare, pînă cînd contragreutatea 3 echilibrează coloana de lichid, care la rîndul ei echilibrează o anumită valoare a presiunii

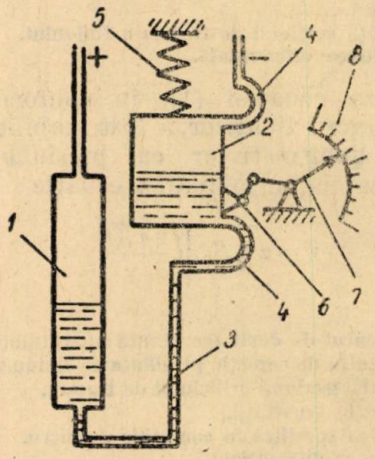


Fig. 5 Manometru diferenţial cu vas mobil.

1 — Vas de presiune ridicată (+); *2* — Vas de presiune scăzută, mobil (−); *3* — Tub rigid de legătura; *4* — Tub flexibil de legătură; *5* — Resort; *6* — Mecanism de transmitere; *7* — Ac indicator; *8* — Cadran

diferenţiale. Acul indicator 4 indică pe cadranul 5 valorile debitului.

In fig. 5 este reprezentat schematic un manometru diferenţial cu vas mobil.

Presiunea diferenţială determină deplasarea lichidului din vasul 1 în vasul 2. In urma dereglării echilibrului, vasul mobil 2 se deplasează pînă cînd resortul 5 echilibrează coloana de lichid. Deplasarea vasului 2 este transmisă acului indicator 7, care indică pe cadranul 8 valorile debitului.

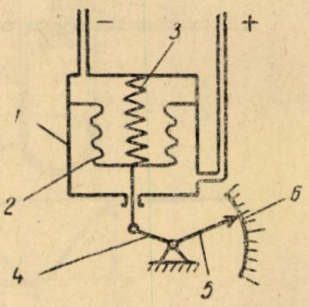


Fig. 6. Manometru diferenţial cu burduf (silfon).

1 — Vas; *2* — Burduf metalic; *3* — Resort; *4* — Mecanism de transmitere; *5* — Ac indicator; *6* — Cadran.

In fig. 6 este reprezentat schematic un manometru diferenţial cu burduf (silfon).

Burduful metalic 2 împarte vasul 1 în două camere. Presiunea mai ridicată (+) este adusă la partea exterioară a burdufului, iar presiunea mai scăzută (—) în interiorul acestuia. Deplasarea burdufului este transmisă acului indicator 5. Resortul 3 asigură elasticitatea burdufului metalic.

Manometrul diferenţial cu membrană (fig. 7) este compus dintr-un

corp 1 şi un capac 2 între care este fixată o membrană flexibilă 3 (din metal sau material plastic).

Presiunea diferenţială este adusă de o parte şi de alta a membranei 3, deplasarea acesteia din urmă fiind transmisă acului indicator 7.

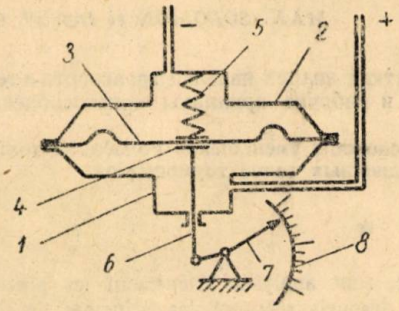


Fig. 7. Manometru diferenţial cu membrană.
1 — Corp; *2* — Capac; *3* — Membrană; *4* — Suport; *5* — Resort; *6* — Mecanism de transmitere; 7 — Ac indicator; *8* — Cadran.

Unele manometre diferenţiale din această categorie folosesc două membrane metalice.

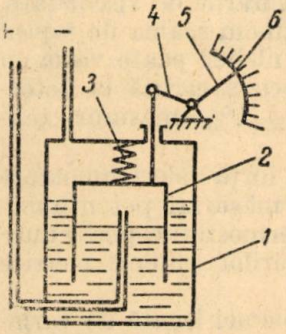


Fig. 8. Manometru diferenţial cu clopot.
1 — Vas; *2* — Clopot; *3* — Resort; *4* — Mecanism de transmitere; *5* — Ac indicator; *6* — Cadran.

In fig. 8 este reprezentat schematic un manometru diferenţial cu clopot. Vasul 1 este umplut pe jumătate cu mercur.

Presiunea mai ridicată (+) este adusă sub clopotul 2, iar presiunea mai scăzută (—) deasupra acestuia. Partea superioară a clopotului, precum şi spaţiul interior al vasului, sînt umplute cu apă. Sub acţiunea presiunii diferenţiale, clopotul 2 se cufundă mai mult sau mai puţin în mercur, deplasarea acestuia fiind transmisă acului indicator 5.

In fig. 9 este reprezentat schematic un manometru diferenţial cu două clopote.

Presiunea mai ridicată (+) este adusă sub unul din clopotele 2, iar cea mai scăzută (—) sub celălalt. Deplasarea acului indicator 5 este proporţională cu diferenţa de nivel a celor două clopote. Vasele 1 se află la presiunea atmosferică.

Dintre manometrele diferenţiale descrise, cea mai largă aplicabilitate în industrie o au cele cu flotor şi mercur. Manometrele diferenţiale cu vas mobil, burduf şi cele cu membrană, au o utilizare mai redusă.

Precizia de măsurare a manometrelor diferenţiale (inclusiv erorile provenite în dispozitivele de strangulare) variază între ± 0,5 şi 2%.

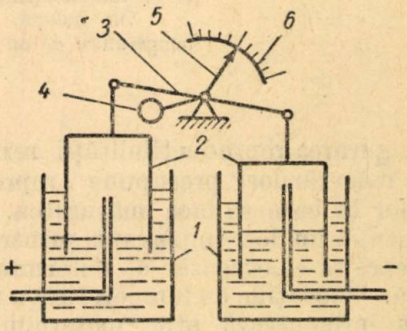


Fig. 9. Manometru diferenţial cu două clopote.
1 — Vas; *2* — Clopot; *3* — Mecanism de transmitere; *4* — Contragreutate; *5* — Ac indicator; *6* — Cadran.

Manometrele diferenţiale se aplică în industrie pentru fluide cu presiuni statice pînă la 350 kgf/cm².

In tabela 1 sînt arătate proprietăţile manometrelor diferenţiale descrise, în vederea aplicării lor în procesele chimice.

Tabela 1. Proprietăţiile manometrelor diferenţiale.

Proprietatea	Tipul manometrului diferenţial						
	Flotor şi mercur	Balanţă inelară	Vas mobil	Burduf	Membrană	Clopot	Două clopote
1. Precizia de măsurare	E	E	B	B	B	B	B
2. Durabilitatea	E	S	A	B	S	B	B
3. Comoditatea construcţiei	A	A	S	FS	FS	B	B
4. Viteza de măsurare (inversul timpului mort)	S	S	S	B	B	S	S
5. Posibilitatea de modificare a scării	B	A	B	B	B	B	B
6. Comoditatea întreţinerii	B	S	S	A	A	A	A
7. Comoditatea reparaţiilor	B	S	FS	FS	FS	B	FB
8. Comoditatea montajului	A	A	A	A	A	A	A
9. Aplicabilitatea la fluide corosive	B	B	B	A	FB	B	B
10. Aplicabilitatea la fluide cu suspensii solide	S	S	S	S	S	S	S
11. Aplicabilitatea la fluide cu greutate specifică variabilă	A	A	E	A	A	B	B
12. Aplicabilitatea la fluide care prezintă variaţii de presiune (pulsaţii)	S	FS	A	A	A	A	FS
13. Aplicabilitatea la căderi mici de presiune, în d'pozitivul de strangulare	S	S	S	E	E	S	S

E — excelent; B — bun; A — acceptabil; S — slab; FS — foarte slab

Metode şi aparate de termostatare folosite în măsurări

MAX. SOLOMON şi Ing. Fl. COSMIŢĂ

В первой части статьи дается краткий анализ явлений транспорта и теплообмена на которых основаны конструктивные и рабочие принципы приспособлений для вы держки в термостатах.

Затем указываются практические способы уменьшения колебаний температуры и описываютса несколько более распространенных типов термостатов.

★

Dans la première partie de l'article, sont analysés brièvement les phénomènes du transport et de l'échange de chaleur sur lesquels reposent les principes de construction et de fonctionnement des thermostats.

On indique ensuite les méthodes pratiques pour la réduction des oscillations de température et on recommande quelques types parmis les plus usuels thermostats.

Asigurarea reproductibilităţii rezultatelor măsurărilor presupune reproducerea condiţiilor în care se face măsurarea. Temperatura ocupă un loc important printre condiţiile în care se efectuează o determinare metrologică. Variaţiile de temperatură a mediului ambiant influenţează atît materialul asupra căruia se efectuează operaţiile de măsurare cît şi materialele din care este constituit mijlocul de măsurare.

In sfîrşit în unele procese de măsurare (curgere viscoasă, curent electric etc.) se degajă căldură, care, nepreluată din sistem, determină o variaţie de temperatură suplementară celei datorite mediului exterior.

Foarte des — în cazul determinării constantelor fizico-chimice — se pune tocmai problema determinării variaţiei constantei cu temperatura, respectiv a valorilor constantelor la diferite temperaturi. Aşa este cazul în densimetrie, viscozimetrie, măsurarea rezistenţei electrice, a conductibilităţii termice, a susceptibilităţii magnetice (legea Curie), a indicelui de refracţie etc.

Apare aşa dar necesitatea fie de a realiza constanţa unei temperaturi standard (ex.: 4°C, 15°C, 20°C, 25°C), pentru a elimina astfel o importantă sursă de erori sistematice, fie de a obţine după voie o variaţie a temperaturii într-un interval cît mai larg, cu posibilitatea de a fixa temperatura într-un punct dat pe acest interval. Şi într-un caz şi în celălalt trebuie să se obţină o precizie condiţionată de sensibilitatea mărimii sau a mijlocului de măsurat faţă de variaţia de temperatură, precum şi de gradul de precizie al măsurării efectuate.

Necesitatea menţinerii temperaturii constante în măsurările de lungimi, efectuate prin comparări cu etaloanele de lungime materializate prin bare metalice, apare ca o consecinţă imediată a legii dilatării.

Neglijenţa în menţinerea constantă a temperaturii compromite măsurările de viscozitate, chiar cele tehnice, dacă ţinem seama de faptul că viscozitatea anumitor uleiuri poate varia cu 14% pentr 1°C şi că precizia cerută la determinarea viscozităţii este ± 1% (măsurări tehnice).

Elementul normal de forţă electromotoare (element de referinţă în măsurări potenţiometrice), dacă nu este bine termostatat, poate duce la compromiterea măsurărilor potenţiometrice de precizie.

Pentru rezolvarea problemei legată de variaţia temperaturii în măsurări, au apărut în ultimele decenii o serie de aparate de termostatare a unor incinte de volum redus. Cele mai multe dintre ele sînt construite pe principiul circuitului de lichid termostatat.

Socotim util să prezentăm metodele şi dispozitivele mai curente de termostatare folosite în laborator, acestea fiind astăzi unele din mijloacele importante de ridicare a calităţii măsurărilor.

In articolul de faţă, vom trata termostatele cu lichid circulant. Intr-un alt articol, vom prezenta alte mijloace de termostatare şi cîteva dispozitive de măsurare în condiţii de temperatură constantă.

Elementele teoretice

Ecuaţia de transport de căldură este

$$q = \frac{dQ}{dt} = -\lambda \frac{\Delta T}{\Delta y} s \qquad (1)$$

în care:

q = fluxul de căldură (variaţia cantităţii de căldură cu timpul)
Q = cantitatea de căldură
t = timpul
T = temperatura absolută

y = spațiul străbătut de fluxul caloric
λ = conductibilitatea termică a mediului străbătut de căldură
s = secțiunea prin care trece fluxul caloric.

Din ecuația de mai sus rezultă :

$$\frac{dQ}{\Delta T} = -\lambda \frac{1}{\Delta y} s\ dt \qquad (2)$$

Prin difiniție, cantitatea de căldură este :

$$dQ = c \cdot m \cdot dT \qquad (3)$$

în care :

c = căldura specifică
m = masa corpului

Deci relația (2) devine :

$$\frac{c \cdot m \cdot dT}{\Delta T} = -\lambda \frac{1}{\Delta y} s\ dt \qquad (4)$$

Masa corpului este dată de relația :

$$m = \rho\ V = s \cdot \rho \cdot \Delta y \qquad (5)$$

în care :

ρ = densitatea substanței
V = volumul corpului
s = secțiunea respectivă
Δy = înălțimea (distanța)

Inlocuind, ecuația (4) devine :

$$\frac{dT}{\Delta T} = -\lambda \frac{s}{c \cdot m \cdot \Delta y} dt = -\lambda \frac{s}{c \cdot \rho \cdot s \cdot \Delta y \cdot \Delta y} dt \qquad (6)$$

Ținînd seama de relația :

$$\frac{\lambda s}{\Delta y} = \frac{1}{R} \qquad (7)$$

în care :

$\frac{1}{R}$ = conductibilitatea calorică prin secțiunea s pe distanța y,
R = rezistența la trecerea fluxului caloric

și de relația :

$$C = \Delta y \cdot \rho \cdot c \cdot s. \qquad (8)$$

în care :

C = capacitatea calorică a fluidului

se obține :

$$\frac{dT}{\Delta T} = -\frac{1}{CR} dt \qquad (9)$$

Prin intregrare, membrul din dreapta al relației (9) devine :

$$\int -\frac{1}{CR} dt = -\frac{1}{CR} \int dt = -\frac{1}{CR} t \qquad (10)$$

Membrul din stînga se poate pune sub forma :

$$\int \frac{dT}{\Delta T} = \int \frac{d(\Delta T)}{\Delta T} \qquad (11)$$

deoarece dT reprezintă în realitate diferențiala unei diferențe ΔT de temperatură, temperatura fiind o mărime care reprezintă o diferență față de o stare luată ca reper.

Integrînd între ΔT_o, diferența dintre temperatura inițială T_0 și cea finală T_f și ΔT_t, între o temperatură oarecare T_t și cea finală T_f se obține :

$$\int_{\Delta T_o}^{\Delta T_t} \frac{d(\Delta T)}{\Delta T} = \ln \frac{\Delta T_t}{\Delta T_o} = \ln \frac{T_t - T_f}{T_o - T_f} \qquad (12)$$

Relația (9) după integrare devine deci :

$$-\frac{1}{CR} t = \ln \frac{T_t - T_f}{T_o - T_f} \qquad (13)$$

din care rezultă :

$$t = -CR \ln \frac{T_t - T_f}{T_o - T_f} \qquad (14)$$

Această relație arată că odată cu creșterea capacității calorice (C), a rezistenței termice (R) și a creșterii diferenței de temperatură ($T_t - T_f$), crește și durata de răcire (t).

Dacă elementul de încălzire poate fi adus instantaneu la temperatura finală, ceea ce aproape se realizează practic în cazul corpurilor aduse prin încălzire rapidă la incandescență, se va obține :

$$-t = CR \ln \frac{T_f - T_t}{T_f - T_0} \qquad (15)$$

In cazul unei încălziri în care nu există nici un fel de rezistență la transferul termic, (de pildă în cazul folosirii ca element încălzitor chiar a masei de lichid de termostatat) deci cînd R ar fi egal cu zero, t devine și el zero.

Practic însă există o limitare, deoarece durata de încălzire este condiționată de puterea de încălzire a sursei.

Din cele de mai sus rezultă că durata de încălzire depinde de două serii de factori :

— factori legați de fluidul de termostatare și elementul încălzitor,

— factori legați de sursa de energie.

Durata de încălzire nu poate fi redusă la zero, pentru că în nici un caz nu se poate aduce instantaneu întreaga cantitate de căldură necesară sistemului.

Va trebui să se țină cont de relația :

$$P \cdot K = \frac{C\ (T_o - T_f)}{t} \qquad (16)$$

în care :

P = puterea în W
K = echivalentul caloric al energiei electrice (0,239 calorii/Ws)
C = capacitatea calorică a lichidului de termostatare în cal/grad.
$\frac{T_o - T_f}{t}$ = creșterea temperaturii în grade/s.

Prin diagramele de reglare se reprezintă oscilațiile temperaturei în funcție de timp. Este

evident că nu se pot evita cu totul oscilațiile de temperatură ale mediului de termostatat. Problema constă în micșorarea amplitudinii acestor oscilații.

Amplitudinea oscilațiilor depinde în primul rînd de raportul dintre duratele de încălzire și de răcire. Pentru aceeași energie furnizată sistemului de termostatare (proporțională cu variația de temperatură ΔT și cu durata de încălzire Δt), cu cît scade durata (Δt), cu atît este necesar un mai mare salt de temperatură (ΔT) pentru a avea asigurată căldura necesară pentru acoperirea pierderilor în perioada de răcire.

Deoarece existența unor perioade alternante de încălzire și răcire este impusă în condițiile practice, se pune problema unui raport optim între durata de încălzire și cea de răcire. Raportul optim este dat de egalitatea celor două durate.

Pe de altă parte, pornind de la relația (14) se ajunge pentru domeniul variațiilor mici de temperatură (cînd T_f este foarte aproape de T_e) la relația :

$$dt = CR\ d\ (ln\ T) \qquad (17)$$

Oscilațiile de temperatură sînt reprezentate aici prin expresia d (ln T). Pentru aceeași durată dt, variația d (ln T) este cu atît mai mică cu cît este mai mare C (capacitatea calorică) și R (rezistența de transfer termic).

Insfîrșit, amplitudinea oscilațiilor mai depinde și de continuitatea sau discontinuitatea aportului de căldură în perioada de încălzire. Cu cît aportul de căldură va fi dat în impulsuri mai scurte, cu atît oscilațiile vor fi de amplitudine mai mică (evitarea decalajului între temperatura elementului încălzitor și cea a lichidului de termostatare și evitarea depășirii temperaturii urmărite).

Din elementele de mai sus se pot deduce metodele de îmbunătățire a constanței de temperatură într-un termostat, și anume :

— *Metoda tamponului sau volanului*, care constă în introducerea unei mase de lichid necirculant, agitat mecanic, în jurul elementului supus termostatării. In acest fel se mărește capa-

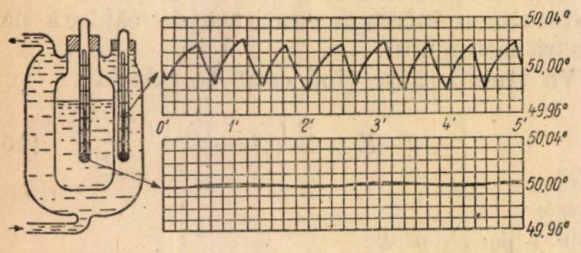


Fig. 1. Acțiunea lichidului stagnant (tampon) de reducere a fluctuațiilor de temperatură.

citatea calorică și rezistența de transfer termic. Pe această cale se ajunge la o reducere a oscilațiilor de temperatură pînă la 10% din valoarea lor inițială (fig. 1).

— *Metoda fragmentării perioadei de încălzire* (impulsuri.)

Pe această cale se realizează atît o economie de energie, cît și o termostatare care poate merge pînă la $\pm$ 0,005°C.

— *Metoda excluderii unei rezistențe separate de încălzire*, care constă în utilizarea lichidului de termostatare ca rezistență de încălzire ($R = 0$), efectul Joule manifestîndu-se simultan în toată masa lichidulnl.

Diferite tipuri de termostate

Termostatul Höppler (fig. 2) este un aparat cu ajutorul căruia se poate menține în mod automat și pentru un timp practic nedefinit o temperatură constantă, în limite de $\pm$0,05°C.

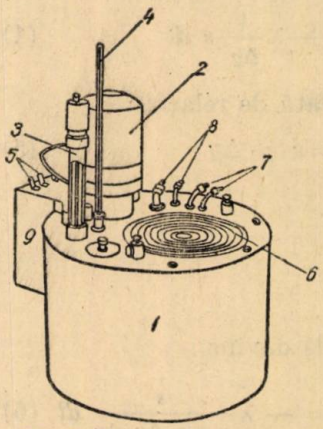


Fig. 2. Aspectul exterior al termostatului Höppler

1. Vasul termostatului. 2. Motor. 3. Termometru de contact. 4. Termometru de control. 5. Întrerupătoare. 6. Inele de cupru (capacul vasului de lucru). 7. Racorduri la lichidul de termostare. 8. Racorduri la apa de răcire. 9. Carcasa releului de mercur.

Termostatele Höppler se execută in cîteva modele, care se deosebesc prin capacitatea lor. Astfel modelul N are o capacitate de 8 l iar modelul NB o capacitate de 14 l lichid de termostatare. In sfîrșit modelul E se folosește pentru menținerea temperaturii la băi de capacitate mare (20 ...300 l) (fig. 3).

Termostatul Höppler este format dintr-o baie la care se găsesc următoarele dispozitive și instrumente :

— motorul, care pune în mișcare un agitator și pune în funcțiune pompa;

— pompa, care ajută la agitarea lichidului din

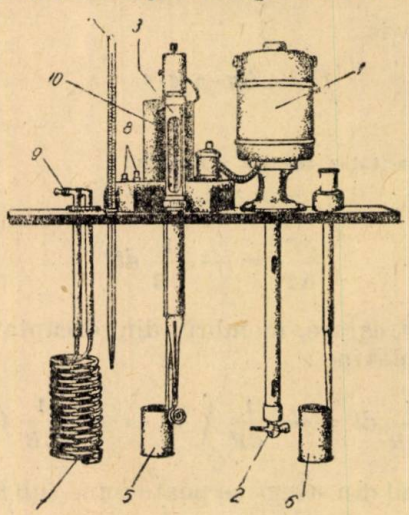


Fig. 3. Dispozitiv Höppler pentru termostatarea băilor deschise

1. Motor. 2. Elicea agitatorului. 3. Termometru de contact. 4. Termometrul de control. 5. Element încălzitor. 6. Element încălzitor suplimentar. 7. Serpentină de răcire. 8. Intrerupătoare. 9. Racorduri la apa de răcire. 10. Carcasa releului cu mercur.

baie şi trimite lichidul din baie înspre aparatul de termostatat;

— încălzitorul de formă cilindrică, din alamă nichelată, în interiorul căruia se găseşte rezistenţa de încălzire;

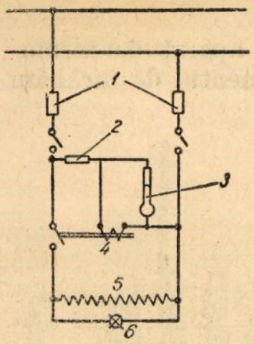


Fig. 4. Schema electrică a dispozitivelor de comandă şi încălzire a termostatului Höppler

1. Fuzibile. 2. Rezistenţă de limitare a curentului în termometrul de contact 3. Termometru de contact. 4. Releu cu mercur. 5. Element de încălzire. 6. Lampă semnalizatoare.

— termoregulatorul electric, care este alcătuit dintr-un termometru de contact şi un releu. Schema electrică este reprezentată în fig. 4;

— spirala de răcire, care formează un sistem închis în interiorul lichidului de termostatare. Prin spirală poate circula apa de răcire de la un robinet sau de la altă sursă rece şi are de scop să compenseze supraîncălzirea băii.

Circulaţia lichidului de termostatare se face cu un debit de circa 6 l pe minut; apa se întoarce prin simplă cădere. Durata de încălzire de la temperatura camerei pînă la 50° este de circa 40 min. Oscilaţiile de temperatură pot să fie reduse — cu ajutorul unui tampon de lichid stagnat — pînă la a 10-a parte.

In cazul folosirii unui tampon, timpul de încălzire creşte considerabil. Cea mai simplă cale pentru a reduce acest timp este reglarea încălzirii în trepte. Pentru aceasta se divizează puterea de încălzire în: 100, 200 şi 500 W. Se conectează toate elementele de încălzire (800 W), ajungîndu-se astfel repede în apropierea temperaturii necesare şi se deconectează, puţin înainte de a ajunge la temperatura urmărită, fie 700, fie 600, fie 500 W; rămînînd să se regleze fin temperatura numai cu 100, respectiv 200 sau 300 W. Schema electrică corespunzătoare este

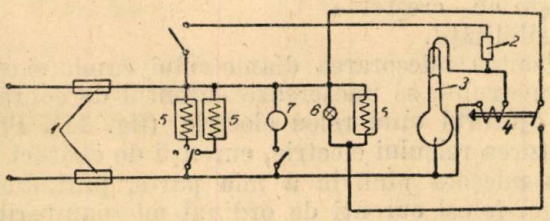


Fig. 5. Schema electrică a dispozitivelor de comandă şi încălzire a termostatului Höppler, cu încălzire prealabilă în trepte

1. Fuzibile. 2. Rezistenţa de limitare a curentului în termometrul de contact. 3. Termometru de contact 4. Releu cu mercur. 5. Elemente de încălzire. 6. Lampă semnalizatoare. 7. Motor.

arătată în fig. 5. Acest sistem de reducere a oscilaţiilor de temperatură prezintă marea deficienţă a pierderii avantajului automatizării complete.

Termostatul Wobser

Acest termostat (fig. 6-a şi 6-b) se aseamănă cu termostatul Höppler, permiţînd ca şi în cazul termostatului Höppler reglarea automată a

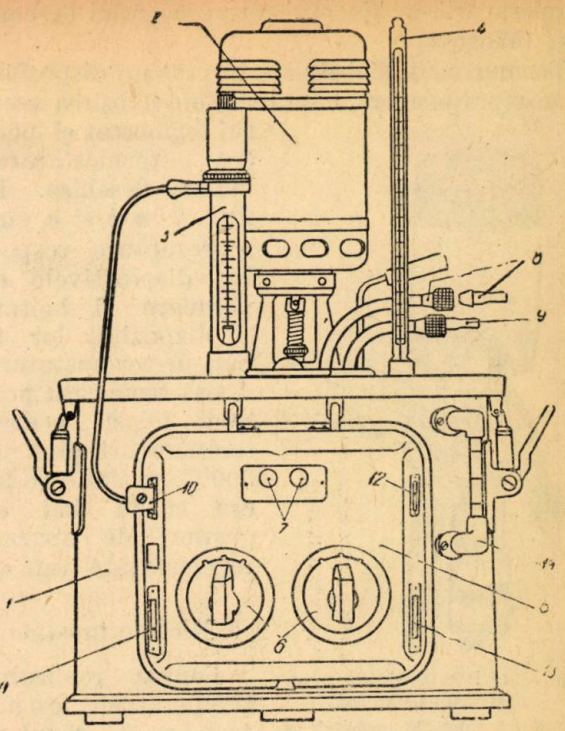


Fig. 6 a. Aspectul exterior al termostatului Wobser. Privire din faţă

1. Vasul termostatului. 2. Motorul pompei duble. 3. Termometrul de contact. 4. Termometrul de control. Placa releului amovibil. 6. Intrerupător principal şi întrerupător pt. releu. 7. Lămpi de control. 8. Racord pentru lichidul de termostatare. 9. Racord pentru lichidul de termostatare. 10. Conectarea termometrului de contact la releu. 11. Conectarea la reţea. 12. Conectarea la un releu special folosit la temperaturi joase (pentru reglarea debitului de lichid). 13. Conectarea la elementul încălzitor exterior. 14. Indicator de nivel.

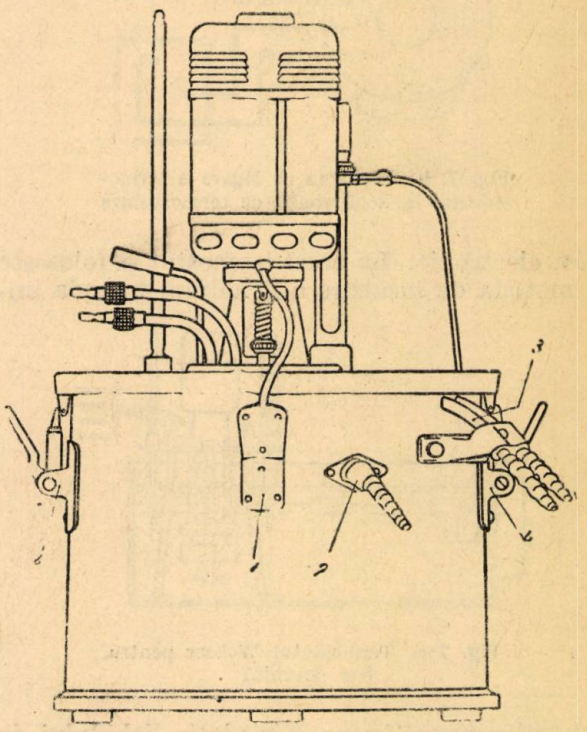


Fig. 6. b. Aspectul exterior al termostatului Wobser. Vedere din spate.

1. Conectarea motorului. 2. Racordul preaplinului. 3. Racordulri la serpentina de răcire. 4. Dispozitive de prindere a capacuui.

temperaturii cu ajutorul termometrului de contact (Wertex).

Termostatul Wobser are în plus un dispozitiv de pompare-sugere, care îngăduie folosirea acestui termostat şi pentru termostatarea băilor deschise. In fig. 7-*a*-*b* şi *c* sînt reprezentate respectiv dispozitivele de pompare şi agitare şi dispoziţia lor în baia de termostatare. Acest termostat poate fi folosit pentru temperaturi pînă la 300°C, putîndu-se lucra şi în băi cu grupuri de aparate termostatate (fig. 8).

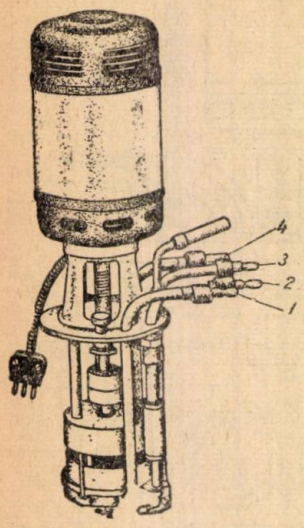


Fig. 7. a. Pompa dublă a termostatului Wobser

1 şi 3 – racorduri la conductele de scurgere. 2 şi 4 – racorduri la conductele de refulare.

Microtermostat

Pentru realizarea temperaturii constante, în cazul unor spaţii mici, se mai poate folosi aşa numitul microtermostat Höppler (fig. 9) care nu mai are termometrul de sticlă cu mercur drept regulator de temperatură, ci un dispozitiv electronic. La acest termostat se foloseşte ca metodă de încălzire a lichidului metoda impulsurilor punctiforme. Circulaţia lichidului de termostatare se face cu un debit de circa 2 l pe minut. Intervalul de temperatură în care se poate termostata este de la 0... + 105°C.

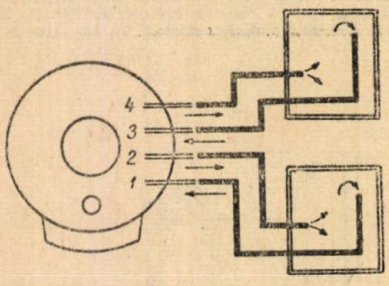


Fig. 7. b. Schema de legare a termostatului la două spaţii de termostatare

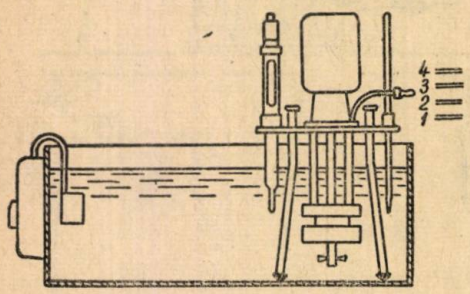


Fig. 7 c. Termostatul Wobser pentru bae deschisă

Lichidul de termostatatre este readus în aparat prin sugere.

Diatermostat

Umstätter a elaborat un aparat de termostatare (fig. 10) în care elementul de încălzire este în acelaşi timp lichid de termostatare. Acest sistem realizează condiţia întreruperii bruşce a dezvoltării de căldură îndată după deconectarea curentului de încălzire. In acest caz nu mai sînt posibile efecte termice după întreruperea curentului. Singurul element de inerţie îl reprezintă rezervorul termometrului de contact, a cărui sensibilitate creşte tocmai cu creşterea cantităţii de mercur. Aşa dar inerţia creşte cu creşterea sensibilităţii.

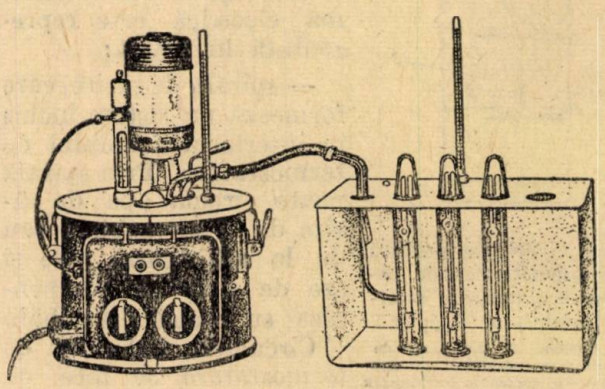


Fig. 8. Termostatul Wobser conectat la un vas de termostatare cu trei viscozimetre Ubbelohde

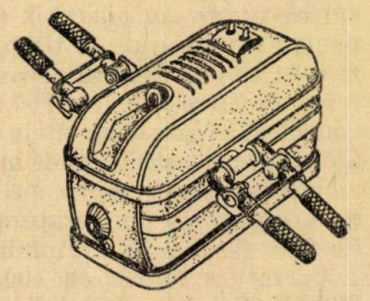


Fig. 9. Microtermostat]

Pentru micşorarea diametrului capilarei termometrului, se micşorează curentul de contact cu ajutorul unui releu electric (fig. 11). Prin folosirea releului electric, curenţii de contact se pot micşora pînă la a mia parte, putîndu-se astfel folosi curenţi de ordinul microamperilor în loc de curenţi de ordinul miliamperilor.

Volumul termometrului poate fi deci mult redus pentru aceeaşi sensibilitate.

Cu ajutorul acestui aparat se realizează încălzirea de la temperatura camerei pînă la 50°C în circa 8 minute iar constanţa temperaturii este de ± 0,005°C, fără tampon. Cantitatea de lichid de termostatare este de circa 5 litri.

Aparatul cere păstrarea constantă a condiţiilor de lucru (debitul apei circulante).

Umstätter introduce în circuitul apei de răcire (în cazul cînd se lucrează la temperaturi sub temperatura camerei) un regulator automat al debitului de apă.

Pentru a reduce cît mai mult oscilațiile de temperatură, se folosește la acest aparat sistemul „fragmentării impulsurilor termice" în locul sistemului de reglare prin „tot sau nimic".

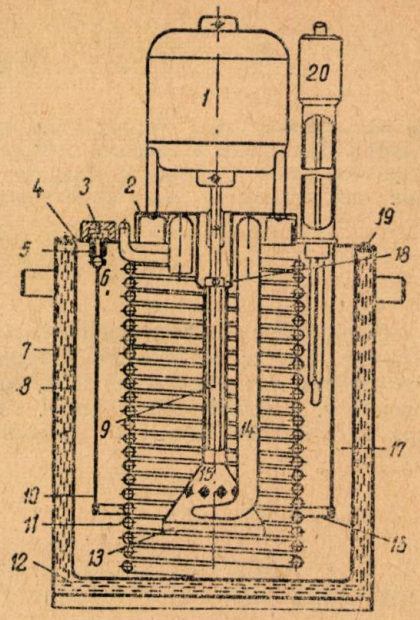


Fig. 10. Diatermostat

1. Motor. 2. Consolă demontabilă cu fixare baionetă. 2. și 5 — Conectarea vaselor-electrozi la sistemul de comandă a încălzirii. 4. Capac. 6. Clemă. 7. Vasul exterior. 8. Vas de cupru - electrod. 9. Axul pompei 10. Electrod interior. 11. Spirala de cupru pentru apa de răcire. 12. Strat termo -izolant. 13. Cornetul pompei. 14. Racord la conducta de refulare a pompei. 15. Pompa de refulare. 16. Electrod interior. 17. Electrolit. 18. Carcasa pompei. 19. Surub de fixare. 20. Termometru de contact.

Principiul reglării cu impulsuri calorice punctiforme constă în aceia că la o valoare sub aceea

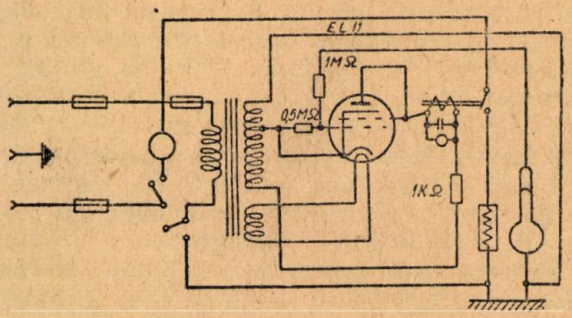


Fig. 11. Schema electrică a releului electronic

a pragului de temperatură de atins se dă un impuls termic, care se oprește însă imediat pentru a da timp fluidului de termostatare să se adapteze la noua valoare. Impulsul se repetă pînă cînd se atinge valoarea urmărită.

Precizia de reglare automată pe această cale este în funcție de frecvența impulsurilor. Limita acestei frecvențe este determinată de inerția releului de mercur. Pentru a mări frecvența impulsurilor termice se introduc regulatoarele titratronice în locul întrerupătoarelor cu mercur.

In fig. 12 se reprezintă montajul tranzitron care produce impulsuri dreptunghiulare. Șocurile de curent se găsesc în raportul 1/5 față de pauze ; aceasta echivalează cu folosirea continuă

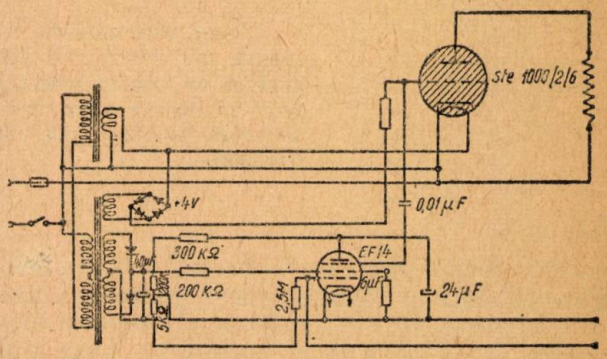


Fig. 12. Schema electrică a releului electronic cu tiratron

a unei cincimi din puterea integrală a curentului de alimentare (100 W din 500 W).

Sistemul de încălzire punctiformă este astăzi generalizat la termostatele moderne.

Termostat cu raze infraroșii ca surse de căldură

Se folosesc uneori construcții simple de termostate alcătuite dintr-o lampă de infraroșii ca sursă de căldură și o baie cu mediu absorbant pentru razele infraroșii și cu pereți de sticlă transparenți pentru acestea.

Ele nu sînt recomandabile pentru lucrări de foarte mare precizie, datorită multiplelor cauze care produc încălzirea diferită a materialelor din baia termostatată (diferiți coeficienți de absorție, de difuzie și de transmisie a razelor infraroșii după natura materialelor din baie) și care nu pot fi diminuate decît cu precauții speciale.

Dinamometre electrice moderne pentru turaţii înalte

Ing. A. SZENDE

Проклассифицировав в общих чертах способы измерения механической внешней мощности двигателей и приводных машин, автор дает схемы и принцип работы реверсивных, регулируемых динамометров высоких скоростей вращения, с возвратом потерь, электрической энергии, в особенности, пригодных для испытания двигателей внутреннее сгорания и других машин.

★

Après avoir classifié sommairement les méthodes employées pour mesurer la puissance externe des moteurs et des machines actionnées, l'auteur présente les schémas et le principe de fonctionnement de quelques dynamomètres reversibles et réglables, construits pour un nombre élevé de tours; ces dynamomètres, à récupération d'énergie, sont spécialement indiqués pour l'essai des moteurs à combustion interne et quelques autres machines.

Industria constructoare de maşini a ţării noastre produce şi repară tot mai multe motoare cu combustie internă, motoare electrice şi alte maşini de forţă. Pentru acestea se pune din ce în ce mai acut problema măsurării precise a puterii mecanice externe, deoarece o măsurare neprecisă sau aprecierea fără măsurare duc la subdimensionarea sau supradimensionarea maşinilor, respectiv la un randament energetic scăzut. Ori, pe ansamblul producţiei de maşini care a crescut de aproape patru ori în primul cincinal şi continuă să crească în ritm rapid — acestea ar însemna pierderi considerabile de material şi de manoperă in fabricaţie, respectiv pierderi de energie şi combustibil în exploatare.

Măsurarea puterii mecanice.

Dacă pe circumferinţa unui disc cu raza r (în m acţionează o forţă P exprimată în kg fig. 1) ia naştere un cuplu M (în kgm.); dacă viteza periferică a locului în care acţionează forţa este v exprimată în m/s, puterea respectivă, exprimată în C.P., este :

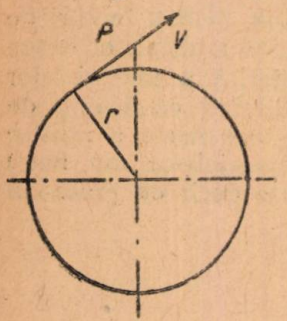


Fig. 1.

$$N = \frac{Pv}{75} = \frac{P.2\,\pi\,r.n}{60 \cdot 75} = \frac{M\omega}{75}$$

unde n este turaţia discului (adică a organului de maşină pe a cărei circonferinţă acţionează forţa P exprimată în rot/min, iar ω viteza unghiulară la turaţia n.

Produsul $P.\,r$ reprezintă în cazul de faţă chiar cuplul. După substituire obţinem :

$$N = \frac{2\pi}{60 \cdot 75} = M \cdot n = \frac{1}{716{,}2}\, M \cdot n$$

In calculele tehnice fracţia 1/716, 2 se rotunjeşte la 1/716. Astfel obţinem :

$$M = 716\frac{N}{n}\ ;\ N = \frac{M \cdot n}{716}$$

Am desvoltat direct formulele finale în C. P. deoarece această unitate — tolerată în sistemul metric — interesează practic industria noastră constructoare de maşini. Sub aspect metrologic trebuie să prezentăm însă aceste mărimi şi în sistemul metric şi tehnic. Unitatea puterii în sistemul tehnic este 1 kgm/s, sau a 75-a parte a 1 C. P. Unitatea legală este însă kW, egal cu 102 kgm/s. Iată transformările acestor unităţi :

1 kW = 102 kgm/s = 1,36 C. P. ; 1 kgm/s = = 0,0133 C. P. = 9,81 W = 0,00981 kW ;
1 C.P. = 0,736 kW = 75 kgm/s.

Puterea este cantitatea de lucru mecanic efectuată în unitatea de timp. Deci în unităţi tehnice :

1 Wh = 102. 3600 = 367.000 kgm s

1 C.P.—h = 75.3 600 = 270000 kgm s = $\frac{376\,000 \text{ kgm}}{1{,}36}$

In formulele finale de mai sus, pentru putere şi cuplu, relaţia între cuplu (în kgm) şi putere (în kW) este :

$$N^{kW} = \frac{M^{kgm} \cdot n}{716 \cdot 1{,}36} = \frac{M \cdot n}{973} \text{ iar}$$

$$M^{kgm} = 973\,\frac{N^{kW}}{n}$$

Aceste forme ale relaţiei se aplică în industria maşinilor electrice, turbinelor, etc.

Conform celor de mai sus rezultă limpede că măsurarea puterii se rezumă în fond la măsurarea cuplului M și a turației n.

Acest cuplu se măsoară cu ajutorul frînelor și dinamometrelor. Denumirea „dinamometru" este un termen adaptat; la origine cuvîntul dinamometru înseamnă un aparat care măsoară o o forță, iar nu un cuplu. In tehnică s-a adoptat însă termenul de dinamometru și pentru mașinile cu care se măsoară cuplul motor sau puterea mașinilor rotative de forță (motoare electrice, cu piston, etc.) și cuplul rezistent sau puterea absorbită (consumată) necesară diferitelor mașini acționate (pompe, mașini unelte, etc.) Frînele și dinamometrele servesc pentru determinarea puterii exterioare, sau cum se mai numește, efectivă, eficace, sau de frînare. Puterea internă, denumită și putere indicată, diferă de prima prin pierderile datorate frecării mecanice. In cazul mașinilor de forță puterea indicată este mai mare, iar în cazul mașinilor acționate, ea este mai mică decît puterea externă. Diferența dintre cele două puteri este determinată de randament.

In fig. 2 sînt prezentate cîteva curbe care indică relațiile dintre cuplu și turație la diferite tipuri de mașini. Curbele trasate cu linie groasă indică relația dintre cuplul M și turația n la diferite tipuri de motoare și anume : A mașina cu abur, la care cuplul scade ușor pe măsură ce turația crește (datorită rezistenței pe care o întîmpină aburul la viteze mai mari) ; B reprezintă variația cuplului în funcție de turație la motoarele cu ardere internă ; această curbă are un cuplu maxim la o anumită turație. C reprezintă curba care caracterizează mașinile cu rotor

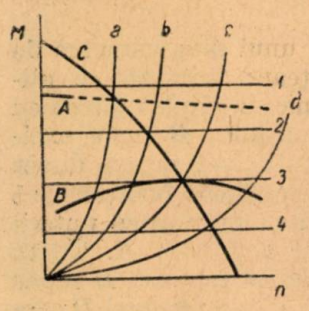


Fig. 2

(fără piston, de exemplu turbine, motoare electrice, etc.), la care pentru o turație maximă cuplul se reduce la zero, și invers.

Pentru a ilustra funcționarea dinamometrelor, trebuie să pornim de la frînă. Din diagramă rezultă că frîna cu fricțiune mecanică (orizontalele 1,2..) se pretează mai bine pentru mașinile pur rotative, la care o variație neînsemnată a cuplului de frînare provoacă numai o creștere mică a turației mașinii. Aceiași frînă este însă puțin adecvată pentru mașinile cu abur deoarece linia A și curbele 1, 2... sînt aproape paralele, deci o schimbare cît de mică a cuplului provoacă variații mari în turație. La motoarele cu ardere internă condițiile sînt ceva mai avantajoase în unele porțiuni ale diagramei, însă în cotitura curbei cuplului frînarea este labilă, deoarece mașina se oprește chiar la creșterea neînsemnată a cuplului, iar la scăderea cuplului mașina se poate ambala sau încetini. La frînele cu frecare interioară, hidraulice sau pneumatice, (curbele a,b..), precum și la frînele electrice cu curenți turbionari, condițiile sînt mai avantajoase decît la cele mecanice, independent de felul motorului frînat. Intersecțiile tuturor curbelor sînt foarte clare.

Cele mai favorabile caracteristici se obțin însă cu dinamometrele electrice, cum vom vedea în fig. 4, deoarece reglajul poate fi împărțit în două game dintre care fiecare se adaptează separat la caracteristica mașinii încercate.

Frînele nu pot servi decît pentru măsurarea puterii mașinilor de forță ; ele nu sînt reversibile iar energia se pierde. In schimb la dinamometrele de torsiune mașina de forță învinge un anumit cuplu rezistent, care este măsurat. Puterea de frînare are aici un rol util, se transmite mașinii acționate, iar dinamometrul se intercalează între motor și mașina acționată numai pentru a transmite și măsura cuplul. Această împrejurare definește construcția dinamometrelor de torsiune, indiferent de tip ; ele măsoară întotdeauna deformația produsă de cuplul de torsiune momentan. Ele se bazează fie pe un principiu pur mecanic, și anume pe modulul de elasticitate al unei porțiuni de arbore, fie pe principiul electric capacitiv, inductiv, piezoelectric.

Pentru mașinile cu turații mari, toate aceste metode de măsurare, bazate pe torsiune, prezintă diferite neajunsuri (de reglaj etc.). De aceea la platformele de încercare moderne vom găsi dinamometre bazate pe principiul mașinilor electrice rotative cu stator pendular.

Dinamometre electrice.

Pentru frînarea cu curent electric se poate folosi, în ultima analiză, și un dinam obișnuit cuplat direct cu mașina încercată ; din datele citite la aparatele electrice de măsurat se pot trage concluzii asupra puterii. Ceva mai perfecte sînt generatoarele de curent continuu cu stator pendular. Puterea electrică la bornele lor este egală cu puterea mecanică de măsurat, mai puțin puterea pierdută în generator. Randamentul dinamometrului electric trebuie cunoscut cu precizie. Din păcate el este variabil în funcție de turație, sarcină, starea lagărelor și colectorului, etc.

Nu intrăm în amănunte asupra construcției dinamometrelor electrice obișnite care este în general cunoscută. Menționăm doar că de cele mai multe ori se folosește excitația străină, iar reglajul circuitului de excitație și variația rezistenței de sarcină permite adaptarea puterii absorbite de pendulă la puterea motorului.

Dinamometrele electrice pot fi folosite atît ca generatoare cît și ca motoare electrice. Acestea din urmă permit măsurarea puterii transmise mașinii acționate (deci servesc pentru determinarea puterii absorbite la mașinile acționate). Cu aceleași mașini putem realiza și pornirea motoarelor cu ardere internă, cuplate cu ele în scopul determinării cuplului sau puterii.

In fig. 3 se vede o secțiune parțială printr-un dinamometru electric de curent continuu cu stator pendular. Pentru turații ridicate bobinajul rotorului și colectorul trebuie echilibrate foarte

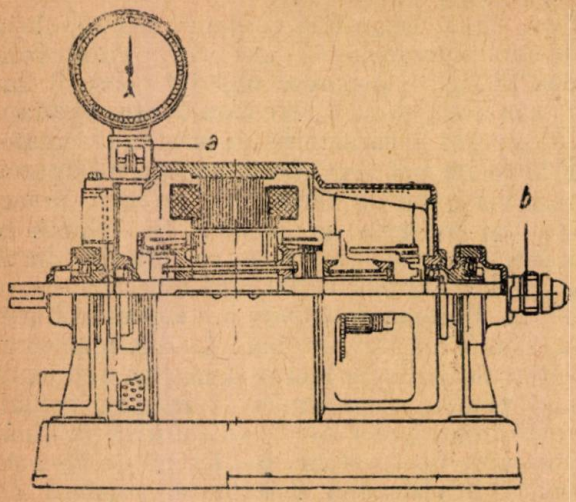


Fig. 3

bine; mai intervin o serie de alte condiții speciale de ordin mecanic. Ventilatorul lipsește la aceste mașini, spre deosebire de motoarele și generatoarele c. c. obișnuite, deoarece ar deforma și mai mult rezultatele măsurătorilor. Indicatorul „a" arată forța la capătul brațului statorului pendular, ca și la frînele mecanice. Pentru măsurarea turației se folosește un tahometru electric cu teleindicare, fixat în consolă pe arborele „b".

Pe platformele moderne de încercare a diferitelor mașini găsim instalații dinamometrice mult mai complicate decît acea arătată în fig. 3. Dinamometrele de curent continuu și alternativ sînt folosite de cele mai multe ori în unire cu alte agregate care servesc pentru reglare și pentru alimentare sau recuperarea energiei. Recuperarea este cu atît mai importantă cu cît energia recuperată și numărul orelor de utilizare anuală a dinamometrelor sînt mai mari. Dina-

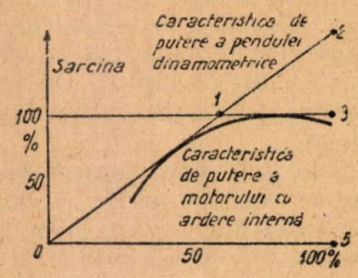


Fig. 4

mometrele moderne trebuie să măsoare puteri pînă la cîteva sute de kW, la turații pînă la 12.000 rot/min.

Spre deosebire de caracteristicile frînelor mecanice din fig. 2, caracteristicile dinamometrelor electrice de curent continuu sînt adaptabile la intervale de reglaj foarte largi. In fig.4 este reprezentată încă o dată curba *B* din fig. 2 pentru motoare cu ardere internă (de data aceasta însă ca putere); dreapta 0 — 1 — 2 reprezintă caracteristica de putere a dinamometrului conectat în schema Ward— Leonard. Această caracteristică trebuie adaptată la curba *B* și anume: din 0 trasăm o tangentă la curba *B*; o altă tangentă se trasează orizonatal, la vîrful curbei (dreapta 1 — 3). In domeniul de turații 0 — 4, puterea dinamometrului trebuie să crească proporțional cu turația, în timp ce între 4 și 5 se cere o putere constantă. De aici rezultă că, în punctul 4 al axei turațiilor, dinamometrul trebuie să debiteze deja puterea sa totală; la creșterea turației în continuare, puterea rămîne constantă. Deci caracteristica permite folosirea unei mașini relativ slabe, care în domeniul superior al turației se comandă prin slăbirea cîmpului în loc de mărirea tensiunii rotorului. Generatorul grupului de reglaj sistem Ward - Leonard, se dimensionează numai pentru puterea de frînare 5 — 3, la care se adaugă pierderile. Poligonul de puteri 0 — 1 — 3 limitează caracteristica motorului care poate fi încercat cu un astfel de dianomometru de curent continuu. Turația poate fi reglată de obicei în raportul 1 : 3, prin slăbire de cîmp; măsuri excepționale ridică raportul la 1 : 5.

In fig. 5 este reprezentat schematic un grup de reglaj Ward — Leonard pentru alimentarea

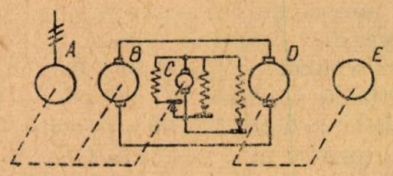


Fig. 5

sau recuperarea energiei unui dinamometru de curent continuu. Din rețeaua trifazată se alimentează un motor asincron, cuplat direct cu generatorul de curent continuu *B* și cu excitatoarea *C*. Acest generator acționează direct dinamometrul *D* care în acest caz funcționează ca motor și servește pentru măsurarea puterii absorbite a unei mașini acționate *E*. Toată schema este reversibilă, adică motorul *E* supus la încercare poate acționa dinamometrul *D* care funcționează ca generator, iar cealaltă mașină *B* restituie ca motor energia în rețea, prin intermediul mașinii asincrone *A* care devine generator. O condiție indispensabilă este însă ca mașina *A* să fie magnetizată dintr-o sursă trifazată străină, pentru a putea funcționa ca generator asincron (acest amănunt nu figurează în schemă).

Dinamometre electrice pentru turații ridicate.

După cum s-a arătat, un dinamometru de curent continuu, conectat în schemă Ward — Leonard, are un domeniu de reglaj larg, este reversibil, precis și recuperează energia. Fig. 6

reprezintă turaţiile limită pînă la care se poate folosi curentul continuu (curba 1), în comparaţie cu cel trifazat cu rotorul în scurt circuit (curba 2). Cauza limitării rezidă mai ales în colector, element indispensabil al maşinilor de curent continuu. Acesta funcţionează neprecis la turaţii prea mari, atît din motive electrice cît şi mecanice. Dintre acestea amintim forţa centrifugă care acţionează asupra lamelelor şi le deformează, provocînd scîntei puternice. Insuşi bobinajul cere la turaţii mari, o rigidizare aproape imposibil de realizat. Echilibrarea dinamică a unui rotor cu colector este din capul locului mult mai grea decît a unuia în scurt-circuit. Fiecare element al rotorului trebuie echilibrat separat cu cea mai mare precizie, iar rotorul asamblat, verificat din nou. Orice dezechilibru trebuie să se compenseze chiar în planul respectiv (perpendicular pe ax); în caz contrar arborele este supus, în timpul rotaţiei, unui efort de încovoiere.

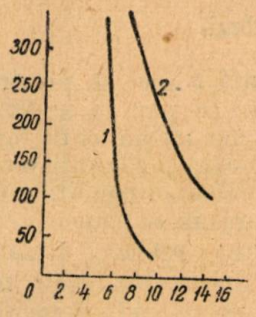


Fig. 6

Faţă de aceste dificultăţi mecanice, pentru aplicaţiile care cer turaţii ridicate, s-a trecut la dinamometre trifazate cu rotorul în scurt-circuit. O astfel de instalaţie este mai complexă, deoarece are în plus un generator sincron (normal) şi un dinamometru asincron pentru turaţii înalte; în schimb maşinile de curent continuu ale grupului Ward-Leonard funcţionează numai la turaţii reduse, ceea ce simplifică toată problema (fig. 7).

După cum se vede, în locul dinamometrului de curent continuu avem o maşină normală de curent continuu, reversibilă. La platformele de încercare a motoarelor cu ardere internă, maşina asincronă funcţionează în regim de motor numai la pornirea motorului *G*. Apoi trece în regim

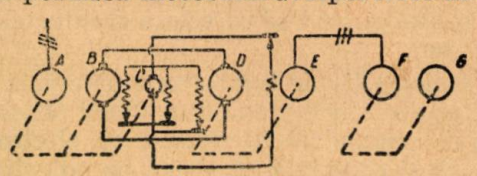


Fig. 7

de generator asincron, recuperînd prin maşinile *A* — *B* — *C* — *D* —*E* energia debitată de motorul cu ardere internă supus încercării.

Acest sistem poate fi raţionalizat şi perfecţionat între altele, aşa cum au procedat constructorii cehoslovaci, cu instalaţii dinamometrice (fig. 8) care au înlocuit maşinile *A*,*B*,*D* printr-o singură maşină cu un colector, cu echipamentul respectiv.

Fig. 8 este desenată într-o reprezentare unifilară a sistemului trifazat. Din reţeaua 1 trifazată 3 × 380 V, 50 Hz, se alimentează prin siguranţa *2* şi contactorul *5* statorul motorului cu colector *9* (în regim de recuperare în reţea, sensul fluxului de energie se inversează, maşina *9* devine generator). Tot de la reţea este alimentat rotorul regulatorului rotativ de inducţie (*13*), compus din două elemente. Statorul acestuia alimentează rotorul maşinii cu colector atît în regim de motor cît şi de generator. Maşina cu colector (*9*) şi maşina sincronă (*11*) sînt cuplate direct şi formează un grup care are rolul de a alimenta dinamometrul în regim de motor sau de a recupera energia în reţea, dacă dinamometrul funcţionează ca generator, şi în ambele cazuri, de a regla puterea transmisă într-un sens sau altul.

Statoarele (secundarele) celor două elemente independente ale regulatorului rotativ dublu de inducţie cu servomotor (*13*) sînt legate în serie, în timp ce rotoarele se leagă în paralel. Scopul este adunarea vectorială a celor două tensiuni secundare trifazate astfel încît vectorul rezultant să depindă numai ca mărime de poziţia regulatorului, nu şi ca fază.

Intensitatea şi decalajul de fază al curentului în statorul maşinii cu colector rămîn practic

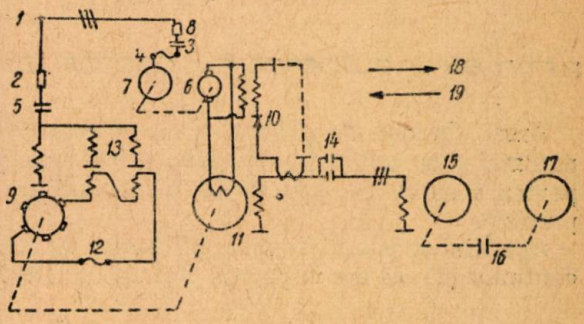


Fig. 8

constante la un cuplu constant al dinamometrului, independent de turaţia la care se reglează grupul. De aceea diagrama cercului maşinilor cu colector concordă cu diagrama unei maşini asincrone.

Maşina sincronă are o excitatoare separată (*6*), acţionată de un motor asincron (*7*) care mai antrenează şi un ventilator comun al întregii instalaţii. Grupul de reglaj are ventilaţie străină pentru a fi răcit independent de turaţie; dinamometrul asincron are ventilaţie străină pentru ca precizia să nu fie grevată de cuplul rezistent al ventilatorului şi pentru ca răcirea să fie independentă de turaţie; regulatorul rotativ de inducţie trebuie răcit de la o sursă străină, pentru că are aceleaşi pierderi ca şi un motor asincron în regim de scurt-circuit, iar ventilator propriu nu poate avea deoarece rotorul stă pe loc.

Excitaţia mai are o particularitate interesantă: redresorul uscat (*10*) alimentează o a doua bobină de magnetizare a excitatoarei, dintr-un transformator trifazat de curent, în funcţie de puterea absorbită sau debitată de dinamometru. Astfel maşina sincronă are o excitaţie

mai puternică în sarcină decît la mersul în gol.

In schema din fig. 8, elementul (8) reprezintă o siguranţă, (3) contactorul grupului de excitaţie şi ventilaţie, (4) un releu termic de protecţie, (14) inversorul sensului de rotaţie al dinamometrului, (15) dinamometrul, (16) cuplajul lui şi (17) maşina încercată (de forţă sau acţionată). Săgeata (18) indică sensul fluxului de energie la încercarea maşinilor acţionate, sau la pornirea motoarelor cu ardere internă, iar săgeata (19) la încercarea motoarelor.

Fără a intra în amănuntele dinamometrului, menţionăm că în special pentru fabricile noastre de motoare cu ardere internă el trebuie să aibă o construcţie specială pentru turaţie ridicată : să aibă rotorul în scurt-circuit, batiurile lagărelor şi fusurile robuste şi precise pentru a rezista la turaţia ridicată (se recomandă rulmenţi cu bile, unşi cu ulei pulverizat, temperatura controlîndu-se de la pupitrul central), diametrele active nu trebuie să aibă conicitate, deci să se controleze cu micrometrul. Statorul pendular trebuie apărat contra variaţiilor brusce prin amortizoare hidraulice reglabile. Curentul de aer de răcire trebuie să aibă un sens strict axial, pentru a nu influenţa indicaţia cîntarului, aerul intră în maşină prin batiurile cave ale lagărelor.

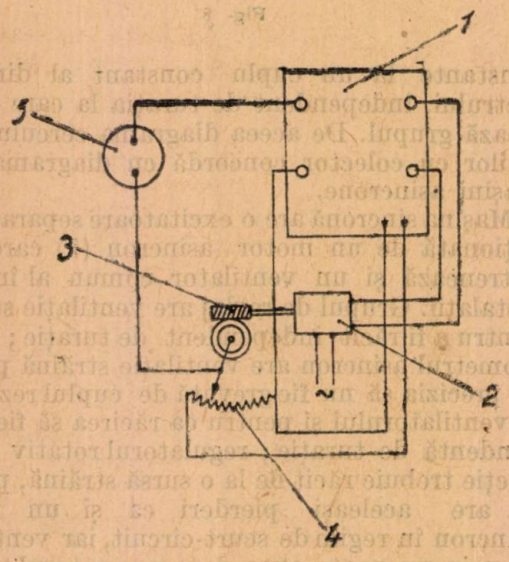
Concluzii

Scopul articolului de faţă a fost să prezinte principalele probleme care se pun în legătură cu măsurarea caracteristicilor maşinilor de forţă şi acţionate, de turaţie ridicată şi să arate unele din soluţiile problemei, posibile în condiţiile din ţara noastră. Prin colaborarea între uzinele noastre interesate s-ar putea realiza dinamometrele necesare pentru încercarea celor mai curente maşini produse la noi adică în domeniile 15...80 C. P., 2000...10.000 rot/min şi 50... 250 C. P., 1000...6000 rot/min.

pH-metru automat cu contor înregistrator

Acest tip nou de pH-metru cu potenţiometru automat şi cu contor înregistrator a fost conceput pentru a servi ca aparat la determinările de precizie.

Aparatul constă dintr-un amplificator de curent continuu (1), ce are la primul etaj un tub electro-



metru şi e alimentat cu tensiuni stabilizate. Amplificatorul alimentează la eşire un servo-motor bifazat cu inducţie (2), care antrenează un contor cu patru cilindri numerotaţi (3) cuplat cu un potenţiometru elicoidal (4).

Potenţiometrul este parcurs de un curent produs de alimentarea stabilizată a amplificatorului (stabilitate asigurată cu 0,1%) iar tensiunea cursorului este opusă tensiunii pH-metrului (5) sistemul de amplificator cu servo-motor asigurînd în mod constant echilibrul celor două tensiuni. Datorită preciziei foarte mari a bobinajului (mai bine de 0,1%), rotaţia potenţiometrului este riguros proporţională cu tensiunea măsurată.

Aparatul este prevăzut cu un sistem automat de punere la zero: un inversor scurt-circuitează intrarea amplificatorului în acelaşi timp ce printr-un releu comută ambreiajul servo-motorului pe un potenţiometru auxiliar. Acesta este astfel reglat atunci încît să corecteze eventuala deviere de la nul.

Un dispozitiv de compensare automată a temperaturii este inclus sub forma unei rezistenţe de platină scufundate în soluţie, cu electrodul de măsură şi conectată ca shunt, pe potenţiometru, astfel încît să poată provoca o variaţie a tensiunii la bornele potenţiometrului funcţie de temperatură.

În cazul cînd nu se poate utiliza acest sistem compensarea acestora poate fi asigurată manual prin reglajul unui comutator ce acţionează o rezistenţă montată tot ca shunt pe potenţiometru.

Domeniul de măsură al aparatului este 0 la 14 unităţi pH.

Un întreruptor permite deasemeni de a măsura de la 0 la 1400 mV.

Punerea în funcţiune a aparatului necesită un timp de 15 minute pentru realizarea echilibrului termoionic al amplificatorului.

Supapele de siguranţă

Dimensiuni, caracteristici constructive, încercări. (Partea II-a)

Ing. M. ALDEA

In prima parte a articolului publicat în revista „Metrologia Aplicată" Nr. 6/1956, au fost examinate principiile de calcul ale supapelor de siguranţă.

In continuare se examinează influenţa caracteristicilor constructive şi modul de cercetare al supapelor de siguranţă.

Un ventil încărcat se va deschide la presiunea stabilită de suflare şi va face o cursă anumită „h" determinînd o suprafaţă de scurgere $\pi . d, h$, atît timp cît forţa de apăsare $P = \frac{\pi d^2}{4} \cdot p$ va fi mai mare decît forţa de încărcare a ventilului.

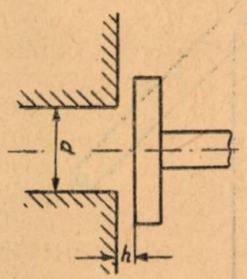


Fig. 2

Principalii factori cari intervin la realizarea acestei condiţii sînt :

— felul încărcăturii (cu arc, cu greutate) şi valoarea acesteia în timpul funcţionării supapei ;

— valoarea forţei de apăsare care se exercită asupra ventilului, în funcţie de natura scurgerii fluidului condiţionată şi aceasta de o serie de factori constructivi.

Forma ventilului şi a celorlalte elemente conjugate cu el : scaunul, elementele de ghidare, etc., au o influenţă hotărîtoare asupra supapei. Fig. 2—5 arată cîteva forme constructive ale ventilului şi a elementelor menţionate. In fig. 2 este indicat un ventil simplu, clasic ; la acesta valoarea presiunii fluidului în secţiunea de ieşire este de obicei sub valoarea presiunii critice, respectiv căderea de presiune în raport cu presiunea nominală va fi mai mare. Căderea mare de presiune determină o reducere a forţei de apăsare pe ventil, ceea ce revine la o ridicare mai mică a ventilului ; supapele cu astfel de ventile se numesc cu cursă mică.

Pentru a mări forţa de apăsare, se măreşte suprafaţa discului, aşa cum se indică în fig. 3. Soluţia este valabilă pentru supapele cu greutate la care încărcarea ventilului este constantă.

In cazul în care încărcarea ventilului este variabilă în funcţie de cursa acestuia (cazul supapelor cu arc), este necesar ca pe lîngă o sporire a suprafeţei de apăsare să se schimbe şi direcţia vînei de fluid, dirijînd-o în spre ventil, prin construirea adecvată a corpului armăturii, după cum se arată în fig. 4 ; dirijarea vînei de fluid se mai poate face şi reglabil, aşa după cum se indică în fig. 5.

La aceste supape se foloseşte nu numai presiunea statică a fluidului (care scapă din supapă), şi care se reduce foarte mult în raport cu presiunea din interiorul instalaţiei, dar şi o componentă cît mai mare a presiunii dinamice.

Forma scaunului ventilului, indicată în fig. 6, influenţează coeficientul de debit ; pentru a stabili influenţa raportului $\frac{d}{h}$ în care h = cursa ventilului ; d = diametrul orificiului de

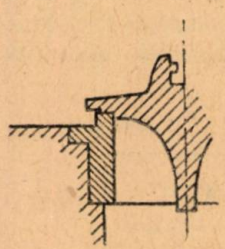


Fig. 3. Ventil cu suprafaţă mărită

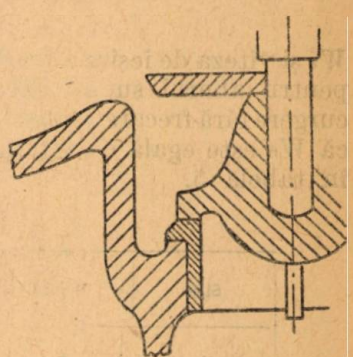


Fig. 4. Ventil cu o formă adecvată a corpului

trecere ; asupra debitului, este necesar să se ia în considerare valoarea orificiului în scaun şi nu valoarea orificiului racordului.

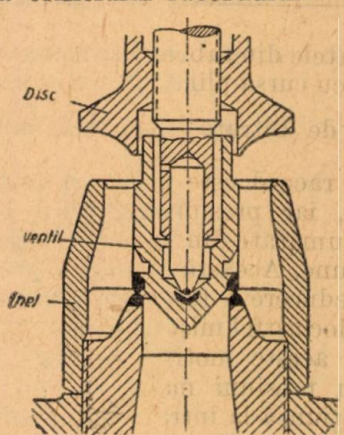


Fig. 5. Ventil cu dirijarea reglabilă a vînei.

Valoarea presiunii fluidului în secţiunea de ieşire prin ventil este strîns legată de forma racordului de intrare. Pentru diferite rapoarte stabilite între suprafaţa de intrare a racordului

Si şi suprafaţa de ieşire prin scaun *Se*, s-a constatat din experienţă, că există o legătură între presiunea fluidului în vasul sub presiune p şi presiunea statică în racord, la ieşire, p_e şi între viteza fluidului la intrarea în racordul supapei

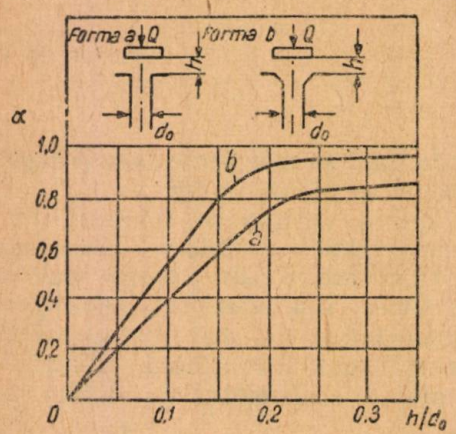


Fig. 6. Influenţa formei scaunului asupra debitului.

Wi şi viteza de ieşire a fluidului prin scaun *We*; pentru aburul supraîncălzit ($k = 1{,}3$) şi la o curgere fără frecare, această legătură, considerînd că *We* este egală cu viteza senetului, este dată în tabela 5.

Tabela 5

Si/Se	Wi/We	Pi/Pe
1	1	0,546
1,2	0,62	0,795
1,4	0,5	0,860
1,5	0,46	0,880
1,6	0,42	0,900
1,8	0,35	0,925
1	0,31	0,940

Din datele din tabela 5 se constată că pentru supapele cu cursă plină, atunci cînd secţiunea în racordul de intrare este constantă $\left(\frac{Si}{Se} = 1\right)$, viteza în racord este aceiaş şi egală cu viteza sunetului, iar presiunea statică la ieşire are aproape jumătate din valoarea iniţială din vasul sub presiune. Această scădere a presiunii determină o reducere a forţei de presare pe ventil; pot avea loc astfel mişcări pulsatorii ale supapei.

Pentru aceste motive, la supapele de siguranţă cu presiuni mari, cu cursă lungă sau plină, secţiunea la intrare în racord este mărită în raport cu secţiunea din dreptul scaunului după cum se arată în fig 7. La supapele cu cursă mică secţiunea racordului poate rămîne constantă, deoarece în acest caz, secţiunea de trecere prin ventil, care are o valoare mică, corespunde secţiunii necesare raportului critic de presiune şi în care fluidul curge cu viteza sunetului.

Din punct de vedere al felului de încărcare al ventilului, folosirea sistemului de încărcare cu arc sau cu contragreutate, este indiferentă din punct de vedere teoretic, atîta vreme cît sînt asigurate condiţiile specifice constructive. Cu toate acestea, în unele ţări (U.R.S.S,, R.D.G., R.P.R.) este admisă numai supapa de siguranţă cu contragreutate, supapa cu arc fiind excepţional admisă numai pentru instalaţiile mobile, acelea supuse vibraţiilor şi în orice caz numai pentru recipienţi sau cazane de abur mobile (locomotive, etc.); dimpotrivă, în alte ţări (Anglia, S.U.A., etc.) este admisă numai supapa cu arc.

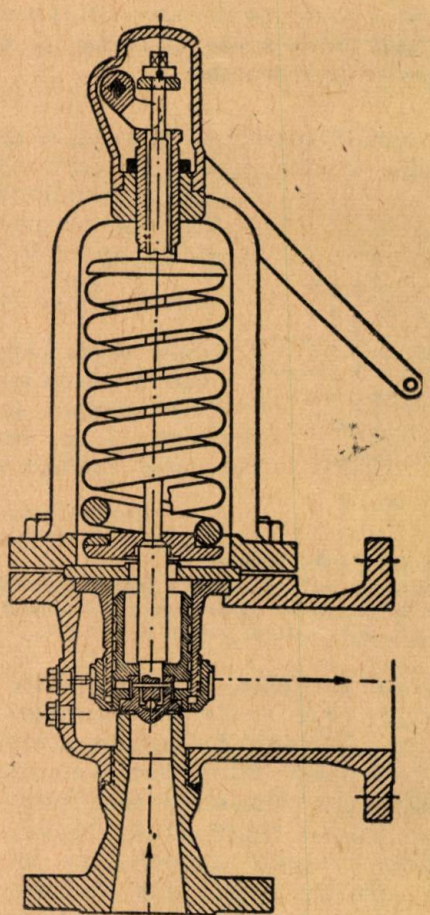


Fig. 7. Forma racordului de intrare.

Se pot face obiecţii valabile pentru fiecare din cele două sisteme de încărcare ale supapei; în afară de motive subiective, legate de tradiţie, supapele cu arc pretind o tratare mai delicată şi o fabricaţie mai îngrijită a arcului.

Cele mai importante avantaje şi desavantaje pe care le prezintă aceste două sisteme sînt:

La supapa cu contragreutate

desavantaje:

— este uşor dereglabilă, dată fiind poziţia uşor deplasabilă a greutăţii;
— prezintă numeroase frecări;
— necesită o întreţinere atentă;

— sînt necesare multe supape, din cauza limitării forței de apăsare pe ventil, sau sînt voluminoase, dacă trebuie prevăzut un dispozitiv de ridicare a greutății.

avantaje :

— reglaj simplu al supapei.

La supapa cu arc,

desavantaje :

— sînt necesare instalații mai complicate pentru execuția și tratarea arcurilor;
— reglajul supapelor este mai delicat, ținînd seama de faptul că pe măsura comprimării arcului, forța de deschidere a supapei crește;
— sînt necesare construcții speciale, atunci cînd se impune răcirea arcului.

avantaje :

— forța de presare pe ventil este nelimitată, ceea ce reduce numărul supapelor necesare;
— gabarite reduse.

La ambele sisteme este necesar să se permită o ușoară fixare și sigilare a poziției supapei reglate.

Oricare ar fi sistemul de încărcare al supapelor, în timpul funcționării acestora, apare uneori nesigură închiderea lor etanșă la presiunea de lucru. Cauzele sînt multiple : înțepeniri în sistemul mobil al supapei, frecări suplimentare, impurități pe suprafețele de etanșare, etc.; toate acestea conduc la necesitatea unei forțe suplimentare de încărcare a supapei care, potrivit sistemului în echilibru nu există decît în limite foarte restrînse.

Inchiderea și deschiderea sigură a supapelor pentru presiuni mari este posibilă în cazul întrebuințării supapelor de siguranță cu impuls; la acestea există o supapă mică auxiliară, pilot, armată cu arc sau greutate, care se deschide sub acțiunea directă a presiunii instalației, în timp ce supapa principală este deschisă imediat la plină cursă sau închisă, sub acțiunea unui piston de secțiune mare.

Examinarea acestor supape iese însă din cadrul articolului de față.

Fiecare din sistemele de încărcare menționate influențează caracteristicile supapei în mod deosebit. Cercetările efectuate au arătat, de ex., că debitul de descărcare al supapei este influențat nu numai de sistemul de încărcare dar chiar, pentru același sistem, cu arc, debitul este variabil în funcție de forma, numărul și grosimea spirelor arcului, pentru aceiași sarcină de încărcare.

Incercările supapelor de siguranță.

La fiecare supapă de siguranță trebuiesc determinate cel puțin următoarele caracteristici :

— diametrul orificiului de trecere prin ventil, mm;
— presiunea la care trebuie să sufle, kg/cm²;
— diferența între presiunea de suflare a supapei și presiunea de închidere, kg/cm²;
— debitul de scăpare prin supapă kg/h;
— cursa ventilului, atunci cînd supapa suflă la presiunea stabilită peste presiunea de lucru (vezi tabela 5).

Stabilirea acestor caracteristici precum și determinarea altor elemente care ar influența caracteristicile menționate mai sus, trebuie executată pe standuri de încercare.

Elementele care pot influența funcționarea supapei, respectiv caracteristicile ce se garantează, sînt :

— influența sistemului de încărcare, a greutății, a resortului;
— influența construcției racordului de intrare în supapă;
— influența construcției ventilului și scaunului ventilului;

De asemenea trebuiesc examinate și următoarele :

— influența conductei de suflare (suflarea direct în aer sau prin conductă de legătură cu exteriorul);
— influența sistemului de centrare al ventilului (cu bilă, cu vîrf conic ascuțit, cu aripi de ghidare). Fig. 8 și fig. 9;

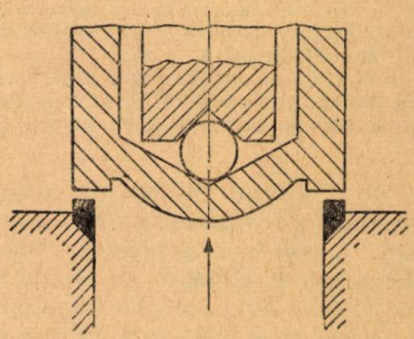


Fig. 8. Centrarea tijei cu o sferă.

— influența frecărilor în sistemul mobil;
— influența articulației tijei ventilului și înclinarea acesteia în timpul cursei, fig. 10;
— influența formei ventilului din punct de vedere al etanșeității : etanșare plană, etanșare sferică, fig. 11.

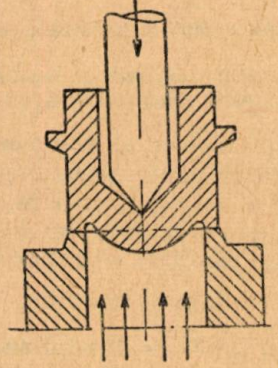


Fig. 9. Centrarea tijei cu vîrf conic.

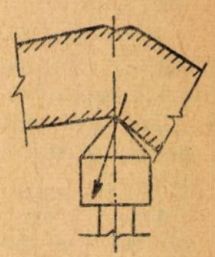


Fig. 10 Impingerea tijei la înclinarea pîrghiei.

Dintre standurile de încercare uzuale, se indică în fig. 12 schema unui stand care satisface într-o mare măsură aproape toate încercările necesare.

Standul conține următoarele elemente :

A. Conducta de alimentare cu fluid ;
A B și B C., racord, respectiv cot ;
CD, un tronson de conductă de diametru mai mare decît al supapei pe cît posibil dublu ; lungimea tronsonului 3,5—4m ;
DE supapa de încărcare ;
EF cot ; în cazul cînd supapa are orificiul de suflare în prelungirea orificiului de intrare, cotul se suprimă iar punc-

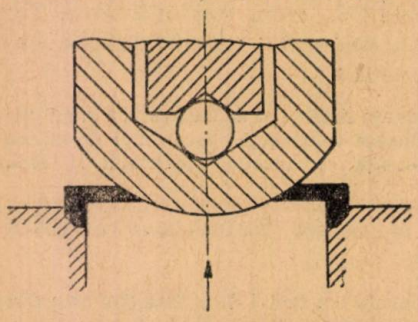


Fig. 11. Suprafața de etanșare sferică.

tele de măsurare P. 10 și T. 11 se așează la baza porțiunii următoare a conductei ;
FG un tronson de conductă pentru legătura cu atmosfera în exteriorul clădirii ; diametrul conductei egal cu al supapei, lungimea variabilă, uzual 3—4 m ;
H este o legătură de diametru mic, pentru circulația permanentă a aburului prin conductă ; cînd începe experimentarea supapelor se închide circulația aburului prin această conductă.

Este de preferat ca poziția dispozitivului să fie verticală ; tronsoanele sînt izolate normal.

Pentru măsurarea presiunii, temperaturii, debitului și cursei supapei, se așează în locurile indicate în fig. 12 aparatele necesare. Debitmetrul se așează la începutul treimii superioare a tronsonului *CD*.

P_1 — presiunea în conducta de alimentare
T_2 — temperatura fluidului în conducta de alimentare
P_3 — presiunea în conducta de măsurare
T_4 — temperatura fluidului în conducta de măsurare
D_5 — debitmetrul
T_6 — temperatura fluidului înainte de intrarea în supapă
P_7 — presiunea fluidului înainte de intrare în supapă
P_8 — presiunea fluidului în corpul supapei sub ventil
R_9 — dispozitiv de măsurare a cursei supapei, vezi fig. 13
P_{10} — presiunea fluidului după supapă, la intrarea în conductade legătură
T_{11} — temperatura fluidului după supapă, la intrarea în conduc ta de legătură
P_{12} — presiunea fluidului la capătul conductei de legătură
T_{13} — temperatura fluidului la capătul conductei de legătură

Este recomandabil ca presiunea și temperatura să fie măsurate și înregistrate permanent cu dispozitive de măsurat corespunzătoare.

La măsurarea debitului se va face corecția necesară înmulțind debitul măsurat cu raportul $\sqrt{\frac{Vn}{Vm}}$ în care Vn este volumul specific al aburului la parametrii normali de funcționare ai supapei iar Vm este volumul specific al aburului la parametrii aburului (dați de *P 3* și *T 4*) în timpul încercării.

Trebuie menționat că în dipozitivul de încercare nu se realizează întocmai condițiile întîlnite în practică. Din această cauză se pot face ulterior încercări comparative pe cazane în funcțiune, stabilind diferențele ce pot rezulta din modul de solicitare, temperatura supapei, etc. De asemenea se pot face încercări intercalînd între supapa de încercare și conducta de abur un sifon cu apă provenită din condensare, examinînd influența acestui tampon asupra etanșeității supapei.

Pentru alte fluide : aer, gaze, etc., este necesar a intercala înaintea conductei CD un rezervor adecvat, iar tronsonul CD poate fi așezat și după supapa de încercare.

Reglarea supapei cu greutate se face la dispozitivul de încercare, unde se stabilește poziția contragreutății în raport cu presiunea de suflare. In exploatare, supapa de siguranță se verifică folosind un manometru de control cuplat pe racordul manometrului de serviciu.

Condiția de echilibru a sistemului permite de ase-

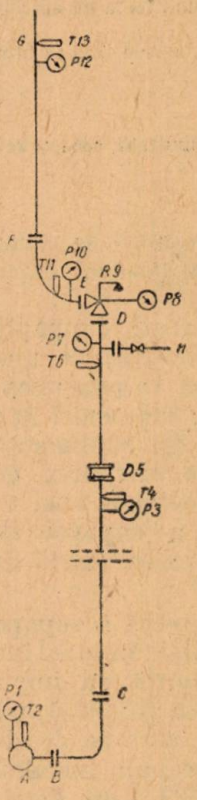


Fig. 12. Stand pentru încercarea supapelor de siguranță

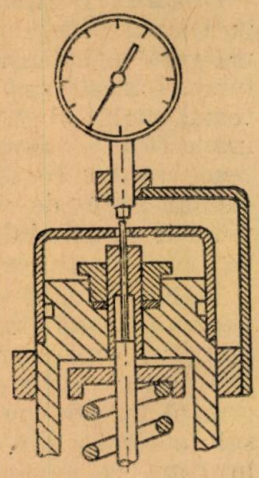


Fig. 13. Măsurarea cursei ventilului.

menea verificarea supapei. In fig. 14 sînt indicate forțele care acționează în sistem.

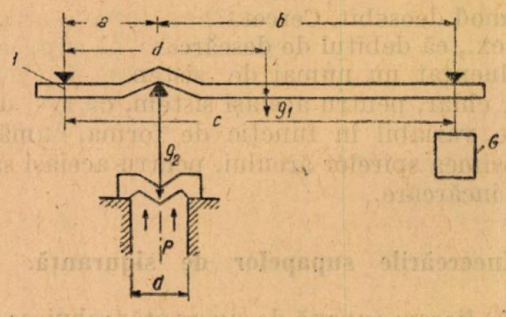


Fig. 14.

Forța de presare pe ventil : $P = \frac{\pi d^2}{4}$ în care p este presiunea la care trebuie să sufle supapa, egală cu presiunea nominală a cazanului + Δp ; Δp este dat de tabela 5.
Greutatea pîrghiei : g_1
Greutatea tijei + ventil : g_2
Greutatea contragreutății = G.

Ecuația momentelor forțelor menționate, în raport cu punctul 1, este următoarea:

$$G.c. = Pa - g_1 d - g_2 a.$$

Ecuația permite ușor verificarea unui element, celelalte fiind cunoscute. Lungimea d (distanța centrului de greutate față de punctul de articulație 1) în cazul cînd nu este cunoscut trebuie determinat.*)

Distanțele a și b trebuie să respecte relația: $\frac{b}{a} = 4 - 6$; în acest caz, pentru braț și greutățile $g1$ și G, rezultă valori raționale, iar influența greutății brațului $g1$, este minimă.

Reglarea supapei cu arc se face în aceleași condiții ca și supapa cu contragreutate, forța de presare a resortului fiind reglată de un dispozitiv de piuliță și șurub.

Pentru suflarea supapei în timpul funcționării, supapa dispune de un braț de pîrghie care permite slăbirea presiunii resortului pe ventil; ventilul rămîne liber și se poate astfel constata mișcarea liberă a acestuia.

Etanșeitatea supapelor de siguranță se realizează prin contactul dintre suprafața de etanșare a ventilului și a scaunului, sub acțiunea unei încărcări a supapei, care trebuie să echilibreze forța de presare pe ventil (P) și să învingă toate asperitățile suprafețelor de etanșare.

Forța necesară învingerii asperităților este dată de relația

$$G_n = s.\ p_e$$

în care s este suprafața de contact a ventilului și scaunului în cm², iar p este presiunea specifică (kg/cm²). Presiunea specifică depinde de natura și presiunea fluidului aflat sub presiune și uzual se ia $p = k\,p_i$ în care k este un coeficient care depinde de natura fluidului (3 pt. abur și 1,75 pentru apă) iar p_i este presiunea fluidului.

In cazul supapelor, forța disponibilă pentru învingerea asperităților este foarte mică și este dată de relația:

$$Gd = \pi \frac{d^2}{4} \cdot \Delta p.$$

în care d este diametrul de trecere prin supapă în cm² iar Δp este surplusul de presiune peste presiunea nominală la care trebuie să sufle supapa și care este dat în tabela 5 pentru supapele construite în țară. Din această cauză este necesar a șlefui și a întreține foarte bine suprafețele de contact ale supapelor.

*) Un mijloc simplu și practic este echilibrarea celor 2 părți ale pîrghiei delimitate de centrul de greutate, pe o muchie ascuțită.

Marcarea supapelor

Fiecare supapă de siguranță trebuie marcată clar de constructor, modul de marcare trebuie astfel ales încît marcarea să nu se poată șterge în timpul exploatării.

Marcarea trebuie să conțină următoarele date:

- Denumirea întreprinderii constructoare.
- Indicativul tipului de supapă de siguranță.
- Dimensiunea supapei, respectiv diametrul ventilului în mm.
- Presiunea de suflare; kg/cm².
- Debitul de suflare, kg/h.
- Cursa ventilului, mm.
- Poansonul serv. de control al întreprinderii eliberat de Insp. Gen. Control al Cazanelor, după omologarea modelului respectiv.

Concluzii

Supapele de siguranță răspund scopului pentru care sînt montate la instalațiile de presiune, atîta vreme cît sînt garantate caracteristicile lor de funcționare. Aceste caracteristici nu pot fi garantate și nu pot fi continuu îmbunătățite decît prin încercarea și studierea supapelor pe standuri de încercare.

Relațiile oficiale de cacul arată rezerve importante din punct de vedere dimensional. Este necesar, pentru reducerea prețului de cost, să se studieze construcțiile existente și să se treacă fără întîrziere la omologarea celor mai bune tipuri.

Dar omologarea este încă mai importantă în vederea asigurării condițiilor pentru respectarea caracteristicilor supapelor și pentru sigura lor funcționare în exploatare.

Cîteva considerente şi propuneri în legătură cu modificarea standardului 2810—51 „Măsuri tip şi aparate de măsurat—tip—terminologie"*)

Ing. G. IVANOVICI

В настоящей статье приводятся некоторые личные соображения и предложения в связи с необходимостью пересмотра СТАС-а 2810-51.

★

L'auteur fait certaines considérations personnelles, ainsi que des propositions relatives à la nécessité qu'il y a de reviser le Standard No. 2810-51.

Standardizarea terminologiei folosite în diferite domenii de activitate, ştiinţifică sau tehnică, reprezintă mijlocul prin care se asigură înţelegerea fără posibilităţi de interpretare sau acordare de sensuri, a termenilor care denumesc sau definesc obiecte ori elemente de studiu sub orice formă. Limitarea, adică stabilirea de înţelesuri univoce, constituie şi justifică necesitatea existenţei standardelor de terminologie.

Rezultă de aici că, indiferent de denumirea dată unui termen sau de noţiunea ori înţelesul ce i s-a atribuit, faptul că prin standard i se asigură un singur înţeles, fără posibilităţi de interpretare sau acordare de sensuri, înţelesul va fi acelaşi pentru toţi, bineînţeles cu condiţia ca toţi cei care utilizează termenul să cunoască, să accepte şi să respecte înţelesul univoc ce i s-a acordat prin standard.

Desigur, aceste consideraţii au stat şi la baza elaborării standardului 2810—51 „Măsuri-tip şi aparate de măsurat-tip-terminologie", care stabileşte termeni şi defineşte înţelesul sau noţiunea pe care aceştia o reprezintă.

Se naşte însă întrebarea dacă denumirile acestor termeni, precum şi claritatea definirii lor, adică a noţiunilor pe care le reprezintă, nu au unele lipsuri care să-i facă a nu fi uşor înţeleşi acceptaţi şi respectaţi, adică dacă nu există motive care să conducă la necesitatea înlocuirii sau îmbunătăţirii lor, cu alte cuvinte, la revizuire.

Pentru a se putea trage concluziile necesare, să analizăm termenii conţinuţi în standard şi noţiunile pe care le reprezintă.

Măsuri-tip şi aparate de măsurat-tip. Noţiunea atributivă „tip", prin care măsurile şi aparatele de măsurat „ care servesc la reproducerea şi păstrarea unităţilor de măsură, precum şi la verificarea celorlalte măsuri şi aparate de măsurat", se particularizează de celelalte măsuri şi aparate de măsurat obişnuite, îşi are un înţeles univoc numai atunci cînd cuvîntul „tip" este scris în urmă şi legat prin trăsătură de unire, de cuvintele „măsură" sau „aparat". Contrariu, înţelesul cuvîntului „tip" nu mai este univoc. Intr-adevăr, există introdus şi este larg utilizat termenul „tip de aparat" sau „tip de măsură" de un anumit fel. In acest caz noţiunea cuvîntului „tip" cuprinde ansamblul caracteristicilor metrologice şi tehnice de construcţie şi de funcţionare pe care le are mijlocul de măsurat pe baza cărora i se face „tipizarea"[1]).

Ca mod de exprimare, dacă se urmăreşte a se denumi un aparat-tip sau o măsură-tip de un anumit „tip", va trebui să i se acorde denumirea de „tip de măsură-tip" sau „tip de aparat de măsurat-tip", denumire cel puţin ciudată, dacă nu şi generatoare de confuzii.

Măsuri-etalon şi aparate de măsurat-etalon sau etaloane. Noţiunea sau definirea dată de standard este : „măsuri-tip şi aparate de măsurat tip care servesc la reproducerea şi păstrarea unităţilor de măsură cu precizie metrologică".

Termenul „măsuri-etalon şi aparate de măsurat-etalon ne apare ca fiind suficient de clar, dea semenea şi noţiunea pe care o reprezintă, excepţie făcînd cuvintele „măsuri-tip şi aparate de măsurat-tip", pentru considerentele arătate mai sus.

Măsuri-model şi aparate de măsurat-model. Ca şi termenul „măsuri-tip şi aparate de măsurat tip", acest termen conduce la confuzii, datorită noţiunii atributive „model", care îşi are sensul noţiunii date în standard numai atunci cînd este scris după cuvintele măsură şi aparat de măsurat, de care se leagă prin trăsătură de unire, contrariu sensul fiind cu totul schimbat. Astfel, avem termenul de „model de măsură" şi „model de aparat de măsurat" care reprezintă modelele de măsuri şi aparate de măsurat pe baza cărora se face o fabricaţie. Aceste modele trebuie supuse în prealabil încercărilor de stat, în vederea omologării, adică aprobării lor ca „modele de fabricaţie". Cu alte cuvinte, ele reprezintă primele exemplare construite şi

*) Consideraţiile şi propunerile făcute de autor în acest articol reprezintă punctul său de vedre personal. Redacţia aşteaptă şi părerile altor persoane şi organe pentru ca, printr-o discuţie publică, să se sprijine acţiunea de îmbunătăţire a muncii de standardizare în acest domeniu.

[1]) A se vedea articolul „Tipizarea măsurilor şi aparatelor de măsurat", publicat în revista „Metrologia Aplicată", Nr. 4 din aprilie 1955, pag. 33.

care odată aprobate, devin modele de fabricație.

Noțiunea dată de standard pentru măsuri-model și aparate de măsurat-model, ca fiind „măsuri-tip și aparate de măsurat-tip care au o precizie dată mai mică decît cea metrologică și care servesc pentru lucrările de verificare a măsurilor și aparatelor de măsurat de orice fel", nu este nici ea suficient de clară, datorită cuvintelor „de orice fel" care poate da naștere la multiple interpretări, asupra cărora nu mai este necesar a se mai insista.

Înțelesul termenului „măsură-model și aparat de măsurat-model", devine de a dreptul confuz, semănînd mai mult a cimilitură, în cazul cînd vorbim de tipul unui model de măsură-model sau de aparat de măsură-model aprobat ca model de fabricație, care este o măsură-tip respectiv un aparat de măsurat-tip.

Din acești trei termeni și anume „măsuri-tip și aparate de măsurat-tip", „măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon" și „măsuri-model și aparate de măsurat-model", menționați în standard ca fiind termeni fundamentali, cu excepția termenului al doilea, ceilalți doi sînt deci susceptibili de confuzii. In același timp, noțiunile atribuite acestor termeni dau naștere și ele la interpretări.

Aceste cîteva considerente duc la concluzia necesității revizuirii acestui standard, motiv pentru care a și fost înscris în planul de revizuiri.

Analizarea celorlalți termeni derivați din termenii fundamentali nu-și mai găsește utilitatea, ei fiind dela început supuși obiecțiunilor făcute termenilor fundamentali din care derivă.

Propuneri. Pentru înlăturarea tuturor confuziilor, interpretărilor sau exprimărilor greoaie, considerăm necesar:

— să se părăsească termenul „măsuri-tip și aparate de măsurat-tip", precum și termenul „măsuri-model și aparate de măsurat-model".

—să rămînă o singură grupă, grupa etaloanelor care să cuprindă actualele categorii de măsuri-etalon (respectiv aparate de măsurat-etalon)" și „măsuri-model (respectiv aparate de măsurat-model)" împărțită pe ordine sau categorii;

— să se atribuie acestui termen noțiunea: „măsuri și aparate de măsurat care servesc la reproducerea și păstrarea unității de măsură, precum la compararea și verificarea măsurilor și aparatelor de măsurat, potrivit ordinei stabilite pe baza subordonării metrologice;

— să se țină seama la revizuirea standardului 2933—51 „Măsuri și aparate de măsurat. Terminologie", de termenii și noțiunile noi din standardul 2810—51 ce se modifică.

Pentru a se stabili o bază de discuții în vederea elaborării unui standard care să nu mai formeze obiectul observațiilor aduse, propunem spre analizare un anteproiect de standard avînd conținutul arătat mai jos și asupra căruia cititorii pot face observațiile sau propunerile menite să asigure redactarea unui standard cît mai corespunzător.

Măsuri și aparate de măsurat măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon. Terminologie

Termen fundamental: *Măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon* (*sau etaloane*). Măsuri și aparate de măsurat care servesc la reproducerea și păstrarea unităților de măsură cu precizie metrologică, precum și la compararea sau verificarea celorlalte măsuri și aparate de măsurat.

Observație. Precizia metrologică este precizia cea mai mare care se poate obține la un moment dat în măsurări, cu posibilitățile pe care le oferă în acel moment știința și tehnica măsurărilor.

Măsurile-etalon și aparatele de măsurat-etalon se clasifică după:

— subordonarea metrologică

— destinația metrologică

Terminologia măsurilor-etalon și aparatelor de măsurat-etalon după subordonarea metrologică.

Tabela 1

Nr. crt.	Termen	Noțiune
1	Măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon de ordinul I sau etaloane primare.	Etaloane de Stat ale R.P.R. stabilite în concordanță cu unitățile de măsură fixate internațional.
2	Măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon de ordinul II sau etaloane secundare.	Etaloane confecționate prin reproducerea cu precizie metrologică a etaloanelor primare.
3	Măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon de ordinul III sau etaloane terțiare	Etaloane confecționate prin reproducerea cu precizie metrologică a etaloanelor secundare
4	Măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon de ordinul IV.	Etaloane care au o precizie dată și sînt verificate după etaloanele terțiare.
5	Măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon de ordinul V.	Etaloane care au o precizie dată și sînt verificate după etaloanele de ordinul IV
6	Măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon de ordinul VI.	Etaloane care au o precizie dată și sînt verificate după etaloanele de ordinul V.

Tabela 2

Nr. crt.	Termen	Noțiune
1	Prototipuri internaționale	Etaloanele internaționale ale metrului și kilogramului confecționate din platină iridiată de către Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți în păstrarea căruia se găsesc. Etaloanele internaționale servesc la compararea etaloanelor naționale.
2	Prototipuri naționale	Etaloane fundamentale ale metrului și kilogramului confecționate din plantină iridiată de către Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți și aflate în păstrarea Direcției Generale de Metrologie.
3	Etaloane fundamentale	Etaloane primare ale unităților fundamentale, care reprezintă în R.P.R. baza legală și științifică în tehnica măsurărilor.
4	Etaloane derivate	Etaloane primare ale unităților de măsură derivate.
5	Etaloane martor	Etaloane secundare destinate controlului metrologic al etaloanelor primare.
6	Etaloane copie	Etaloane secundare care înlocuiesc în lucrări etaloanele primare.
7	Etaloane de comparație	Etaloane secundare care servesc la compararea etaloanelor între ele.
8	Etaloane de lucru	Etaloane secundare sau terțiare care servesc pentru etalonări curente ale etaloanelor de ordinul IV.
9	Etaloane tehnice de laborator	Etaloane de ordinul IV, V și VI care servesc la verificările curente ale măsurilor și aparatelor de lucru. Etaloanele de ordinul V se verifică după etaloanele de ordinul IV și etaloane e de ordinulVI după etaloanele de ordinul V.
10	Etaloane tehnice de atelier	Etaloane de ordinul V sau VI care servesc la verificările sau reglările mijloacelor de măsurat în atelierele întreprinderilor sau instituțiilor.

Sistemul general al etaloanelor *Tabela 3*

Etaloane	Etaloane de ordinul I sau etaloane primare	Etaloane fundamentale (inclusiv prototipurile naționale) Etaloane derivate.
	Etaloane de ordinul II sau etaloane secundare	Etaloane martor Etaloane copie Etaloane de comparație Etaloane de lucru.
	Etaloane de ordinul III sau etaloane terțiare	Etaloane de lucru
	Etaloane de ordinul IV	Etaloane pentru verificări
	Etaloane de ordinul V	Etaloane pentru verificări, comparări sau reglări.
	Etaloane de ordinul VI	Etaloane pentru verificări, comparări sau reglări.

INFORMAȚII METROLOGICE

1. Etalonul de Radium.

Comisia mixtă a radioactivității, reunită în iulie 1953 la Stockholm, a decis ca etalonul de Radium să fie păstrat la *Laboratorul Curie* din Paris.

Reamintim că încă din 1948 delegația sovietică la „Conferința generală de măsuri și greutăți", avînd în vedere necesitatea etalonului de Radium pentru coordonarea rezultatelor măsurărilor ce se fac în toată lumea în domeniul radioactivității, a ridicat problema păstrării acestui etalon la „Biroul Internațional de măsuri și greutăți (Sèvres").

Dar etalonările fundamentale în domeniul radiațiilor γ și X comportă instalații și amenajări cu totul speciale și foarte costisitoare pe care Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți nu le are și pe care nu le-ar fi putut realiza în mod corespunzător decît cu sacrificii importante (spațiu, instalații speciale, personal de specialitate etc.).

Este evident că laboratorul Curie, specializat în lucrări de radioactivitate, poate cu mult mai ușor decît Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți să organizeze laboratorul pentru păstrarea etalonului de Radium și pentru efectuarea etalonărilor în acest domeniu.

In felul acesta, a fost rezolvată o spinoasă problemă metrologică cu caracter internațional, cel puțin pentru moment.

2. Modernizarea utilajului metrologic la „Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți".

O bună parte din aparatele cele mai remarcabile ale Biroului internațional au ajuns atît de vechi, încît oricîte îmbunătățiri sau modificări li s-ar aduce, nu mai pot să corespundă exigențelor ridicate ale metrologiei moderne.

Din lipsă de utilaj modern unele din aceste aparate au trebuit să fie folosite pînă în ultimii ani, la comparaţii importante, ceea ce a provocat mari dificultăţi.

Dacă cu astfel de aparate învechite s-au mai putut atinge în determinări grade de precizie acceptabile, aceasta se datoreşte îndeosebi eforturilor şi îndemînării eminenţilor metrologi ai Biroului Internaţional.

Este evident că în această situaţie activitatea acestui for ştiinţific a fost mult stînjenită.

Prin majorarea, începînd din 1955, a contribuţiei obligatorii a statelor membre ale Convenţiei Metrului, de la 175.000 la 300.000 franci aur, bugetul Biroului Internaţional a fost pus pe baze solide, ceea ce va permite să se modernizeze utilajul metrologic al acestui înalt for ştiinţific internaţional.

Acţiunea de modernizare a şi început. Dăm cîteva exemple edificatoare :

a) In laboratorul etaloanelor de lungimi a fost instalat un nou comparator de 1 m în locul renumitului „*comparator Brummer*" folosit aproape trei sferturi de veac.

Noul comparator, denumit „*comparator normal*", spre deosebire de cel scos din uz, are microscoapele cu inversiune, în sensul că pentru eliminarea erorilor de vizare provocate de trecerea razelor vizuale prin două medii — aer şi apă — obiectivele microscoapelor sînt ele însăşi introduse în apa din cuva comparatorului, apă în care sînt plasate cele două rigle de comparat. De asemenea e de subliniat că la noul comparator apa din cuvă este în circulaţie permanentă.

Instalarea comparatorului normal s-a făcut pe un bloc masiv de beton armat, izolat de clădire, care face corp comun cu cei doi piloni, de asemenea din beton armat, ce susţin cele două microscoape ale comparatorului.

b) Pentru eliminarea completă a unor eventuale erori personale de cetire, se studiază în prezent, la Biroul Internaţional, construirea unui *comparator fotoelectric.*

c) *Comparatorul Hartmann*, care în trecut a servit la compararea calibrelor cu suprafeţe terminale sferice, a fost de asemenea scos din uz. In prezent pentru astfel de determinări se poate folosi în mod curent metoda absolută.

d) *Un dilatometru de 24 m* a fost instalat pentru studiul firelor geodetice (şi a panglicelor) de invar.

In trecut acestea erau etalonate la temperatura laboratorului iar la utilizare se ţinea cont de dilatarea lor, folosindu-se în acet scop un coeficient de dilatare mijlociu, determinat prin măsurări făcute cu comparatorul asupra cîtorva eşantioane de 1 m, luate din materialul din care se executau firele (respectiv panglicile).

Intre timp s-a constatat că coeficientul de dilatare al invarului nu e perfect omogen chiar la fire realizate din aceiaşi şarjă de invar. Pentru eliminarea erorilor ce proveniau de aici a fost necesar să se cunoască dilatarea fiecărui fir în parte. In acest scop se folosea pînă acum un dilatometru care nu dădea satisfacţie totală şi la care nu se putea varia temperatura sub cea din laborator.

Noul dilatometru de 24 m lungime, rezolvă perfect această problemă. El este constituit din o cuvă cu secţiunea interioară 60/70 mm, cu pereţi dubli.

Printre pereţi circulă apa la temperatura dorită, obţinută cu ajutorul unei cuve termostatice, cu încălzire electrică, care conţine un termometru cu contact care reglează automat încălzirea apei. Răcirea apei de circulaţie se produce de altă cuvă în care se află apă cu ghiaţă şi în care este situată o serpentină legată în derivaţie pe circuitul principal de apă din cuva termostatică. Debitul apei de circulaţie este de 1 l/s. Se realizează astfel o uniformitate de temperatură acceptabilă (la 40°C diferenţele sînt mai mici de 3 sutimi de grad). Temperatura poate fi variată între 5°C—40°C.

Firele geodezice sînt întinse (10 kg) în aerul din cuva de măsurare, care este acoperită etanş cu capace de aluminiu. O manta de lemn acoperă cuva pe trei laturi, fundul său fiind aşezat pe rulouri. Mantaua de lemn are 8 ferestre de sticlă care permit citirea temperaturii la cele 8 termometre cu Hg, aşezate în imediata apropiere a firelor de invar şi egal repartizate în lungul acestora.

Cele două microscoape care servesc la măsurarea alungirii firelor la diferite temperaturi, plasate la extremităţile cuvei, sînt susţinute de console de fontă fixate în zidurile subsolului în care se află întreaga instalaţie.

Controlul distanţei dintre cele două microscoape se face cu ajutorul unui fir de invar etalon, de 24 m, ales special ca avînd un coeficient de dilatare foarte mic. Din variaţiile săgeţii ce face acest fir de control, susţinut numai la extremităţi, se deduce cu destulă exactitate eventualele schimbări care ar surveni în timpul determinării în ceea ce priveşte distanţa între microscoape.

Pentru mărirea preciziei de citire, microscoapele vizează nişte repere foarte fixe (10 μ) trasate pe plăcuţa de invar, polizate, care se fixează convenabil la extremităţile firelor perpendicular pe axul acestora.

3. Organizaţia internaţională de metrologie legală

In acest an a luat fiinţă un nou for metrologic internaţional „Organizaţia internaţională de metrologie legală". „*Convenţia*" pentru instituirea pe an a fost semnată de 22 state şi anume : Austria, Belgia, Cuba, Cehoslovacia, Danemarca, Elveţia, Finlanda, Franţa, India, Iran, Monaco, Norvegia, Olanda, Polonia, Republica Dominicană, Republica Federală Germană, Republica Pupulară Romînă, Spania, Suedia, Ungaria, U.R.S.S. şi Iugoslavia.

Un comitet provizoriu se preocupă de pregătirea lucrărilor pentru prima sesiune a

„Conferinței internaționale de metrologie legală" care va avea loc între 10—12 octombrie a.c. la Paris.

4. Intrunirea Comitetului Internațional de Măsuri și Greutăți

Potrivit *„Convenției Metrului"*, Comitetul Internațional de Măsuri și Greutăți se întrunește din 2 în 2 ani pentru a controla și dirija activitatea „Biroului Internațional de Măsuri și Greutăți".

Noua sesiune a acestui comitet internațional va avea loc între 1—9 oct a.c. la sediul Biroului Internațional de Măsuri și Greutăți (Sèvres, Franța).

5. Programul primei conferințe internaționale de metrologie legală

Prima *„Conferință internațională de metrologie legală"* (10—12 oct. 1956) are o importanță deosebită pentru progresul metrologiei aplicate. Este primul pas care se face în scopul realizării, pe plan internațional, a unei unificări atît în ceea ce privește prescripțiile asupra aparatelor de măsurat (concepție, construcție, verificare, erori tolerate, mod de folosire, etc) cît și în legătură cu alte numeroase probleme de dirijare generală, de organizare, de legislație, etc.

Delegații țărilor semnatare a *„Convenției internaționale"* prin care s-a constituit noua *„Organizație de metrologie legală"*, vor avea de rezolvat în această sesiune și o serie de probleme de ordin tehnico-organizatoric, care rezultă implicit din însăși acțiunea de instituire a noului for.

Programul provizoriu al acestei sesiuni cuprinde următoarele puncte :

— examinarea împuternicirilor delegaților țărilor membre ;

— alegerea președintelui și vicepreședintelui adunării ;

— constituirea Organizației ;

— elaborarea unui plan general de lucru. (Problemele generale vor fi repartizate în principiu, Biroului internațional de metrologie legală, iar studierea prealabilă a unora din chestiuni va fi cerută, sub rezerva acordurilor, unora din statele membre).

— alegerea *Comitetului internațional de metrologie legală.*

— instalarea funcționarilor din diferite state, ce fac legătura permanentă cu *Biroul internațional de metrologie legală.*

— stabilirea cifrei creditelor necesară pentru funcționarea organizației.

— fixarea locului și datei următoarei sesiuni a Conferinței.

6. Sesiunea Comitetului internațional de metrologie legală

Comitetul internațional de metrologie legală se va întruni la 12 și 13 oct a.c., după terminarea conferinței de metrologie legală.

Acest Comitat va fi compus din 20 membri, de naționalități diferite aleși pe 6 ani de Conferința generală. Membrii trebuie să fie funcționari — în activitate — ai serviciilor ce se ocupă cu aparatele de măsurat sau personalități cu activitatea metrologică oficială în țările respective.

Programul provizoriu alt acestei sesiuni a Comitetului cuprinde punctele :

— alegerea președintelui și vicepreședintelui Comitetului ;

— schema de personal a Biroului internațional de metrologie legală ;

— numirea directorului Biroului internațional de metrologie legală și a colaboratorilor săi ;

— instalarea materială a Biroului internațional de metrologie legală : local, amenajamente, etc ;

— examinarea regulamentului interior și a regulamentului financiar ;

— studiul detailat a planului de muncă și a metodelor de realizare a acestora ;

— constituirea *centrului de documentare*, pentru problemele de metrologie aplicată ;

— relațiile cu statele membre sau corespondente ;

— repartiția creditelor pentru exercițiul bugetar ;

— fixarea datei următoarei reuniuni a Comitetului internațional.

VIII 7
2434
Müegy. kvt

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА

8

August 1956

REVISTA

„METROLOGIA APLICATA“

SE GĂSEŞTE DE VÂNZARE LA

DIRECŢIA GENERALĂ DE METROLOGIE

STRADA ŞTIRBEI VODĂ nr. 186

ŞI LA

LIBRĂRIA ACADEMIEI

CALEA VICTORIEI Nr. 27 — BUCUREŞTI

Nr. 8
August
1956

METROLOGIA APLICATĂ

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

APARE SUB CONDUCEREA UNUI COMITET DE REDACȚIE

SUMAR

Pag.

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. R. MOȚOI — Tipuri de microscoape pentru mașini unelte. Posibilități de realizare 3

Ing. L. BADEA — Măsurarea debitelor fluidelor în industria chimică (Partea II-a) 9

Ing. ST. MISCOVITS — Montarea, verificarea și exploatarea corectă a mașinilor universale de încercat materiale 13

Ing. GH. IVANOVICI — Observații și propuneri în legătură cu revizuirea standardului 2933—51 „Măsuri și aparate de măsurat. Terminologie" 19

Ing. MIOARA CONSTANTINESCU — Pe marginea unor cursuri de informare metrologică 24

NICULINA GOTTWALD — Determinarea pe cale interferometrică a coeficientului de dilatare la calele plan-paralele 30

Ing. S. MANOLESCU — Indicatoarele de debit: Rotametre 34

PROBLEME ECONOMICO-ORGANIZATORICE ALE METROLOGIEI APLICATE

* * * Îndrumări privitoare la întocmirea dării de seamă departamentale asupra măsurilor și aparatelor de măsurat aflate în întreprinderi la 1 septembrie 1956 39

INFORMAȚII METROLOGICE

INDRUMATOR LEGISLATIV

REDACȚIA
ȘI
ADMINISTRAȚIA

DIRECȚIA GENERALĂ DE METROLOGIE

Str. ȘTIRBEI VODĂ, 186
TELEF. 62031

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Инж. Р. МОЦОЙ: Типы микроскопов для станков. Возможности их выполнения 3

Инж. Л. БАДЯ: Измерение расхода жидкостей в химической промышленности (ч. II-ая) . . . 9

Инж. СТ. МИШКОВИЧ: Установка, проверка и правильная эксплуатация универсальных машин для испытания материалов 13

Инж. Л. ШАПИРА: Проверка нажимной силы приборов для линейных измерений . . . . . .

Инж. Г. ИВАНОВИЧ: Замечания и предложения в связи с пересмотром стандарта 2933-51". Меры и измерительные приборы. Терминология" . . 19

Стр.

Инж. МИОАРА КОНСТАНТИНЕСКУ: К вопросу о курсах метрологической информации . . . 24

НИКУЛИНА ГОТТВАЛЬД: Определение коэффициента расширения плоско-параллельных концевых мер длины интерференционным путем . . 30

Инж. С. МАНОЛЕСКУ: Индикаторы расщода: Ротаметры 34

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

* * *: Указания по отчёту министерства относительно мер и измерительных приборов имеющихся в наличии у предприятий по состоянию на 1.IX.1956 г. 39

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

SOMMAIRE

Pag.

Ing. R. MOTOI: Quelques types de microscopes pour les machines-outils. Possibilités de réalisation 3

Ing. R. BADEA: La mesure des débits des fluides dans les processus chimiques (deuxième partie) 9

Ing. ST. MISCOVICI: Le montage, la vérification et la correcte exploitation des machines universelles pour l'essai des matériaux 13

Ing. G. IVANOVICI: Considérations et propositions relatives à la modification du standard d'état No. 2933-51 „Mesures et instruments de mesure. Terminologie". 19

Ing. M. CONSTANTINESCU: Observations sur les cours d'information métrologique 24

Pag.

NIC. GOTTWAL: La détermination par voie interférométrique du coefficient de dilatation des calibres étalons 30

Ing. S. MANOLESCU: Indicateurs du débit: rotamètres 34

PROBLÈME ÉCONOMIQUES ET D'ORGANISATION DE LA MÉTROLOGIQUE APPLIQUÉE

* * * Instructions concernant le rapport que les départements auront à dresser jusq'au 1 septembre 1956, sur la situation des mesures et instruments de mesure se trouvant dans les entreprises 39

INNOVATIONS

GUIDE LÉGISLATIF

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Tipuri de microscoape pentru mașini-unelte. Posibilități de realizare

Ing. R. MOȚOIU

В настоящей статье дается описание различных типов микроскопов для станков. Даются конструктивные решеняя и технические условия на эти микроскопы и отмечаются преимущества специальных конструкций.

★

L'auteur décrit les différentes types de microscopes pour les machines-outils, dont il présente les principales solutions constructives et conditions techniques.
Sont présentés aussi les avantages obtenus par certaines constructions spéciales.

Din punct de vedere teoretic, cît și din practica uzinării, s-a dovedit că o bună centrare a piesei pe mașina unealtă cît și a sculei față de piesă, sînt condiții esențiale pentru a obține piese cu un grad de precizie ridicat. Folosirea dispozitivelor de prindere ușurează mult munca la lucrul de serie și aduce economii de timp însemnate, dar realizarea unor dispozitive de bună calitate și centrarea cuțitelor pentru profile pe strung, rămîn probleme deschise. Dacă la cuțitele profilate pentru strunjit se acordă o deosebită atenție ca muchea lor de tăere să fie la înălțimea axei piesei, o atenție egală trebue acordată așezării corecte a cuțitului, în planul orizontal, față de axa mașinei. Abaterile de la așezarea normală conduc la devierea profilului — respectiv la rebutarea pieselor. Apare deci limpede necesitatea de a utiliza, respectiv construi, instrumente pentru centrat și pentru controlul centrării, utilizabile pe mașinile unelte.

Din gama foarte mare de instrumente posibile de construit, s-a găsit că cel mai comod în manevrare, avînd în același timp un gabarit redus și o precizie ridicată, este microscopul. Principiile fundamentale de construcție ale microscopului au rămas neschimbate la modelele special create pentru scopul arătat, în plus s-au mai adăugat cîteva condiții specifice utilizării lor și anume :

a) — Cîmpul vizual să fie ridicat, pentru a putea observa orientarea unei anumite forme geometrice, nefiind necesar să se analizeze detaliile. De aci rezultă o mărire relativ mică, ce are valoarea pînă la 50x, pentru un cîmp convenabil.

b) — Microscoapele să fie înzestrate cu reticole care să materializeze anume direcții.

c) — Obiectivele de microscop să dea pe reticol o imagine lipsită de distorsiune pentru a nu introduce erori, și să aibă o distanță de vizare de cel puțin 20 mm.

d) — Microscoapele să se poată adapta cu ușurință pe mașinile unelte și să poată fi reglate astfel ca firele reticulare să fie în bună concordanță cu direcțiile de deplasare ale sculelor așchietoare,

e) — Construcția să fie solidă, etanșă, ușoară și cu gabarit redus.

Fiind cunoscute aceste condiții, au fost concepute mai multe tipuri de microscoape pentru a fi folosite pe diferite mașini unelte. Microscoapele au fost adaptate la două scopuri : 1) pentru centrarea găurilor, și 2) pentru centrarea cuțitelor de filet și controlul filetelor. Elementele prin care diferă cele două feluri de microscoape sînt : prinderea pe mașina unealtă și desenul reticolului.

Microscoapele destinate centrării găurilor sînt folosite în special pe mașinile de găurit sau frezat prin coordonate. Prinderea lor se face chiar de axul principal al mașinei, în locul în care se prinde scula, prin intermediul unui con Morse. Microscoapele destinate controlului filetului, fie că au un suport fixat de mașina de care ele sînt legate și se sprijină prin intermediul unei piese prismatice de un dorn ce este paralel cu axul mașinei, fie că au un locaș special prevăzut în batiul mașinei (cazul mașinilor de rectificat filet). Există și tipuri de microscoape care se ghidează de suprafața frontală a universalului de strung, sau se așează direct pe piesă (cazul filetelor exterioare cu diametrul mare — peste 50 mm.).

Tendința actuală a constructorilor de mașini unelte, în special a mașinilor de rectificat filet și a mașinilor de găurit sau frezat prin coordonate, este ca în utilajul cu care se livrează să fie inclus și un microscop pentru centrare, adaptat mașinii respective. Deoarece strungurile au o gamă de operații posibile mult mai mare, acestor mașini se preferă ca la nevoe să li se adapteze un microscop cu posibilități mai variate de prindere.

Soluțiile constructive cele mai răspîndite sînt acelea la care axul ocularului este înclinat faț de axul de vizare al obiectivului cu un unghiu ce variază între 30° ... 90°. Aceasta se datorește comodității observației cu asemenea apate.

Ocularele microscoapelor pentru mașini unelte î totdeauna oculare pozitive. Ocularele

negative Huyghens nu sînt de preferat, deoarece în calculul distorsiunii obiectivului trebue să se ţină seamă şi de prima lentilă, aceasta fiind aşezată înaintea planului focal, în drumul razelor de lumină. Deasemenea aceste oculare au un cîmp unghiular mic. Acest considerent a făcut să se elimine şi ocularele pozitive de tip Ramsden şi să se folosească ocularele de tip Kellner (cele mai răspîndite), sau cele simetrice.

Reticolele ocularelor se construiesc în două variante : ori sînt o simplă cruce reticulară—la microscoapele de vizare — ori au un reticol tip revolver cu diferite profile de filete gravate. Tipuri de oculare : *a.* Huyghens *b.* Ramsden *c.* Kellner *d.* Simetric

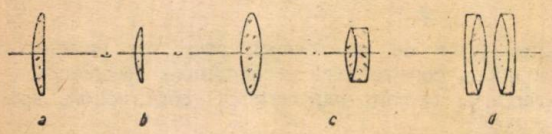


Fig. 1. — Tipuri de oculare, *a)* Huyghens, *b)* Ramsden, *c)* Kellner, *d)* Simetric

În ultimul caz, pe reticolul ocularului sînt gravate profilele diferitelor filete metrice şi Withworth, ca şi cîteva figuri geometrice care permit verificarea rapidă a unghiului filetului cît şi a pasului său. Din desen nu lipsesc crucea reticulară şi 2 unghiuri duble de 30° şi 40° pentru verificarea filetelor trapezoidale, a cuţitelor de strung şi a frezelor cilindrice.

Diferitele desene ale reticolului se aduc în cîmpul vizual prin rotirea unui buton exterior, care are şi posibilităţi de blocare. Pentru centrare, în cîmp se găseşte un al doilea reticol fix, divizat din 10 în 10′ pînă la valoarea de $\pm 7°$. În dreptul liniei zero a acestui reticol se aduce linia corespunzătoare desenului dorit.

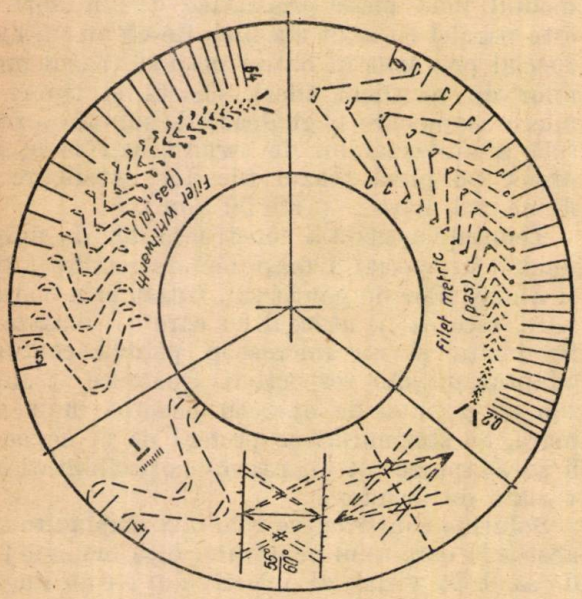


Fig. 2

Cu ajutorul celui de al doilea reticol se pot măsura şi înclinaţiile filetelor conice care au axa de simetrie a profilului normală la generatoarea conului. În fig. 2 este arătat aspectul reticolului revolver şi în fig. 3 aspectul cîmpului ocular în cazul verificării unui filet.

De o construcţie mai recentă este ocularul cu dublă imagine, folosit la unele tipuri de

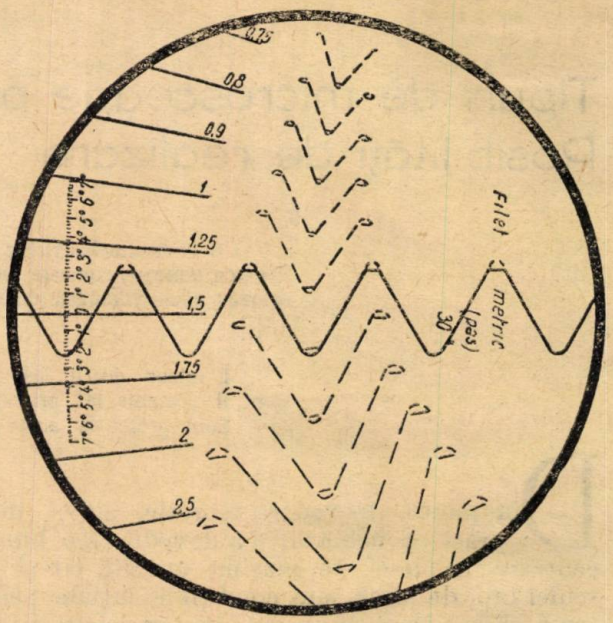


Fig. 3

microscoape de centrare. O secţiune prin acest ocular este arătată în fig. 4 *a*. Fig. 4 *b* arată mersul razelor de lumină în blocul de prisme.

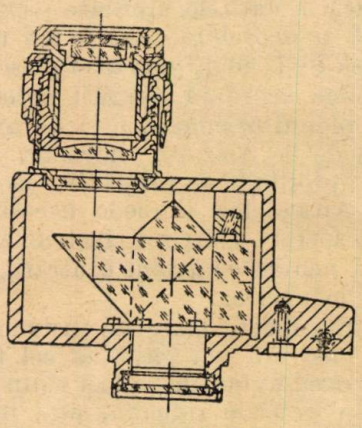


Fig. 4 *a*

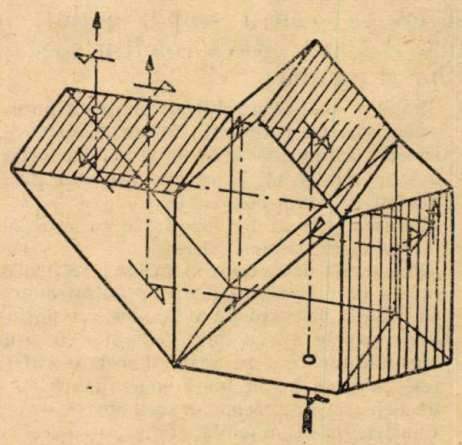


Fig 4 *b*

Ocularul este lipsit de reticol şi permite o centrare tot atît de precisă, dar mai rapidă, a unei forme geometrice oarecare în faţa microscopului. Ocularul propriu zis este unul din tipurile obişnuite. În faţa sa, în drumul razelor de lumină, se aşează un bloc de trei prisme drepte, lipite, dintre care două au acoperiş pe catetă. Înainte de a intra în ocular razele luminoase se reflectă pe prima ipotenuză despărţindu-se în două, se reflectă apoi pe cele două acoperişuri ale catetelor, şi îşi recapătă direcţia iniţială reflectîndu-se sau străbătînd prima ipotenuză şi reflectîndu-se pe ipotenuza ultimei prisme. Reflecţiile pe acoperiş fac ca o figură oarecare să fie dedublată, cele două imagini fiind simetrice faţă de centrul ocularului. Criteriul centrării îl constituie exactitatea suprapunerii celor două imagini. Felul în care se face centrarea cu un microscop prevăzut cu un asemenea ocular este arătat în fig. 5. Fig. 5*a* reprezintă piesa privită printr-un microscop cu ocular obişnuit. În fig. 5 *b* gaura din stînga se apropie de axul de vizare şi este chiar în ax în fig. 5 *c*.

a *b* *c*

Fig. 5*a* Fig. 5*b* Fig. 5*c*

Avantajul pe care îl prezintă această construcţie este că elimină măsurarea cotelor marginilor găurii pentru a putea deduce cota centrului, operaţie mai dificială la o gaură care are o formă diferită de cea rotundă, sau pătrată, aşa cum este arătat în fig. 5. Ocularul cu dublă imagine cere însă o atenţie mai mare din partea observatorului, pentru a stabili exact momentul cînd cele două imagini se suprapun. Acest desavantaj este compensat în parte de faptul că ochiul omenesc sesizează uşor asimetria unor forme geometrice.

În fig. 6 este arătată schema unui microscop care face observările pe acelaş principiu ca mai sus. Construcţia blocului de prisme este însă altfel concepută şi este aşezată în imediata apropiere a obiectivului.

Ocularele microscoapelor de maşini unelte se fac de multeori amovibile, astfel ca, după nevoie, acestea să poată fi schimbate cu ocularul dorit, în cazul că în trusa microscopului există mai multe oculare. Nu este admisibilă adaptarea ocularelor revolver de la un tip de microscop la altul, fiind cunoscut că mărimea gravajului reticolului este în funcţie directă de obiectivul pentru care acesta a fost calculat. O asemenea adaptare nu este posibilă decît în cazul unei analize atente a întregului sistem optic.

Obiectivele microscoapelor de vizare sînt formate din mai multe grupuri de lentile, foarte rar dintr-un singur dublet. Corecţia principală a aberaţiilor reziduale se face asupra distorsiunii. O corijare insuficientă a acestei aberaţii poate duce la erori de centrare şi de

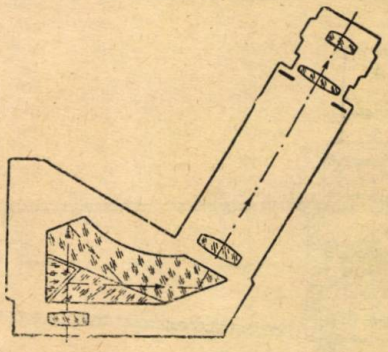


Fig. 6

măsurare apreciabile, întrucît ea se traduce printr-o variaţie a mărimii liniare (β') în cîmpul vizual al ocularului, de la centrul cîmpului către marginea sa. Variaţia poate fi în sensul măririi sau micşorării, şi are ca rezultat deformarea în linii curbe a liniilor drepte, ale obiectului, spre marginea cîmpului. La filete, aceasta se traduce printr-o schimbare aparentă a valorii unghiului filetului către exterior.

În fig. 7 se reprezintă o secţiune printr-un microscop de centrare cu prinderea pe axul maşinii de găurit prin con Morse. Ocularul de tip simetric are o cruce reticulară pentru vizare. Pentru a putea fi montat pe maşină, microscopul este cotit la 90°. Microscopul măreşte de 15 ori. Ceeace este de relevat la acest microscop este sistemul de iluminare aşezat în jurul obiectivului, care este alcătuit dintr-o oglindă inelară, în formă de scoc, cu mai multe becuri aşezate înăuntru. Avantajul sistemului este că ilumineză cu maximum de intensitate zona observată de microscop, iar lumina trimisă asupra piesei cade sub un unghiu mic faţă de axa de vizare a obiectivului, eliminînd umbrele puternice care ar fi scăzut precizia cu care se face suprapunerea liniilor reticulare, pe muchiile piesei. O construcţie similară dar cu axul cotit la 45° este arătată în fig. 8. Ea nu are dispozitiv de iluminat, însă din acelaşi motive arătate mai sus, suprafaţa „*a*" din jurul, obiectivului este reflectantă, respectiv este înclinată la 45° şi vopsită în alb.

Microscopul din fig. 9 are aceiaş schemă optică, cu cel din fig. 7 însă exteriorul este făcut neted, astfel ca să poată fi introdus în alezaje. El este destinat în special pentru verificarea alinierii suporţilor maşinilor unelte cu ax orizontal. În această operaţie microscopul este introdus şi centrat faţă de interiorul axului principal. În figură, microscopului i s-a adaptat în vîrf un dispozitiv de iluminat.

Microscoapele destinate maşinilor de rectificat filet se prind în mod obişnuit într-un locaş special, alezat, prevăzut în batiul maşinii.

Ele sînt cotite la un unghiu de 45° ... 60°. Ocularele utilizate sînt în general oculare revolver, mai rar oculare cu reticol în formă de cruce. Microscopul este astfel construit încît să fie bine etanșat, avîndu-se în vedere că

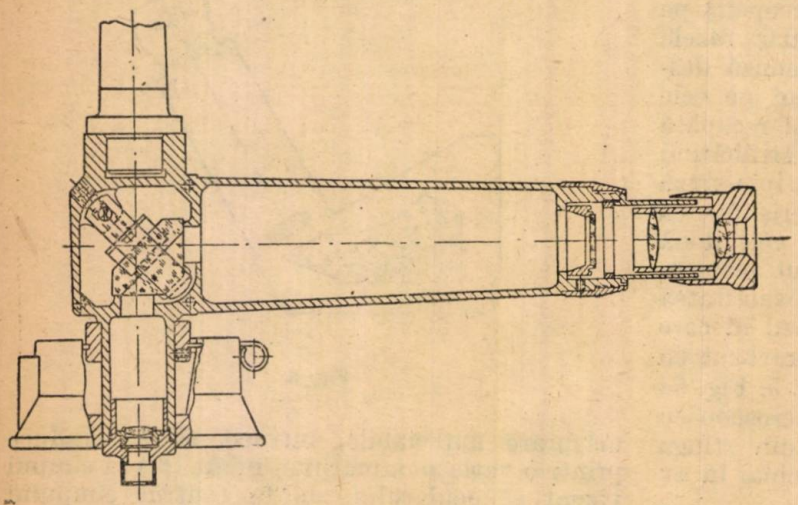


Fig. 7

rectificarea se face cu răcire abundentă. Unele microscoape de acest fel au posibilitatea să li se adapteze un dispozitiv de iluminat ce trimite lumina asupra piesei chiar prin obiectivul microscopului. În fig. 10 și fig. 11 sînt arătate schemele a două microscoape din această clasă.

Caracteristicile micsoscopului din fig. 10 sînt :

Mărire . . . . . .30×
Distanța obiectiv — obiect 57mm.
Cîmp vizual . . . . . .7 mm.

Microscoapele descrise mai sus nu au în partea lor mecanică un sistem de punere la punct a imaginei, întrucît aceasta nu este necesar. Microscoapele care se atașează pe axul principal al mașinii sînt focusate direct prin mișcarea elementelor mașinei unelte. În cazul mașinilor de rectificat, suportul microscopului este astfel așezat încît acesta să vizeze în axul mașinii unelte. Pe batiul mașinei este montat un sistem care permite mișcarea suportului în direcția de atac a pietrei.

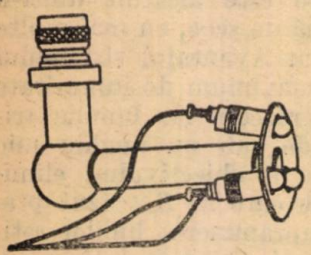


Fig. 9

Spre deosebire de microscoapele descrise mai sus, tipul de microscop atașabil pe strung (fig. 12) este deplasabil în înălțime, pentru punerea la punct, printr-un sistem pinion — cremalieră. În plan orizontal microscopul poate fi împins către axul strungului, sau retras, prin intermediul unei tije ce se blochează în poziția dorită cu ajutorul unui șurub. Întreg microscopul se poate roti în jurul pivotului (1). În timpul strungirii el este dat peste cap ca să nu fie deteriorat de șpanul rezultat. Pentru ca liniile reticulare să poată fi aduse în concordanță cu axul strungului, suportul microscopului are în partea sa inferioară o prismă de ghidare (2), care, la prinderea microscopului de cărucior se reazimă de boltul (3) foarte precis executat și fixat pe strung între chernere.

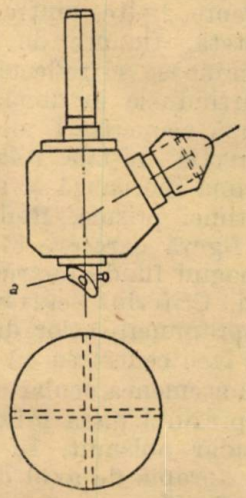


Fig. 8

De remarcat la acest microscop este faptul că obiectivul transmite ocularului o imagine micșorată și nu mărită. În felul acesta s-a

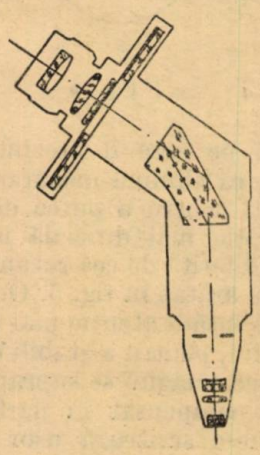


Fig. 10

realizat o distanță mare de vizare și un cîmp vizual ridicat. Acest lucru folosește în special cînd se taie filete cu pas mare, cînd se poate observa în microscop un pas întreg. Măririle obiectivului, ocularului și mărirea totală au următoarele valori :

$\beta_{obiectiv} = 0{,}75 : 1$
$N_{ocular} = 12\times$
$N_{Total} = 9\times$

Reticolul ocularului are trasate unghiurile filetelor celor mai curente. Microscopul servește atît la fixarea cuțitului pe strung, cît și la verificarea filetelor executate.

În cazul strungurilor mici de mare precizie, se obișnuiește ca să se adapteze un microscop cu proiecție, astfel ca strungarul să poată urmări pe un ecran la o scară mult mărită,

operația pe care o execută. Aceste strunguri speciale sînt destinate prelucrării pieselor de ceasornicărie.

Trebuie amintit aci și microscopul pentru verificarea profilului filetelor cu diametrul mare

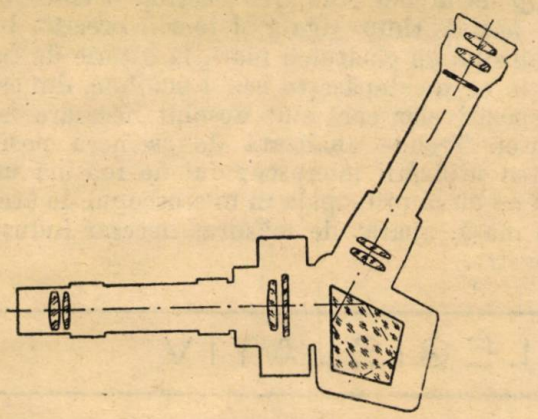


Fig. 11

(fig. 13). Microscopul are un ocular revolver și are axul de vizare cotit la 90°. El este prins de o punte care are în celălalt capăt fixat un dispozitiv de iluminare. Întregul aparat se sprijină pe filet prin intermediul a trei picioare cu bilă în vîrf, ce se pot regla între ele după pasul filetului. Cu acest aparat se pot stabili

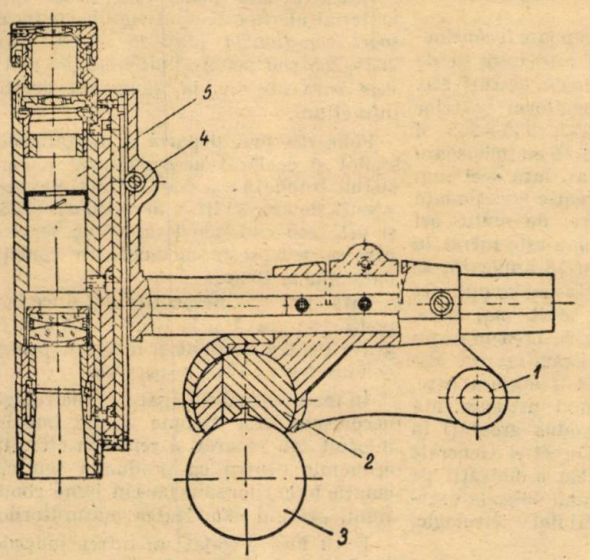


Fig. 12

1. Pivot — 2. Prismă — 3. Bolț — 4. Sistem reglaj — 5. Tub microscop.

abaterile exterioare, de la forma cerută, și poziția profilului filetului față de axă. Microscopul este folosit în special la verificarea filetelor țevilor.

În afara ultimelor două tipuri, toate celelalte microscoape, în special cele destinate mașinilor de rectificat, se pot adapta unui microscop instrumental de construcție simplă. Lucrul este avantajos pentru un producător de asemenea microscoape, deoarece simplifică fabricația. În acest caz sînt două soluții posibile : ori se face o masă rotitoare peste masa cu deplasări pe direcții perpendiculare — pentru a putea măsura atît distanțe cît și unghiuri ; ori se măsoară cu ajutorul mesei microscopului doar distanțe, unghiurile măsurîndu-se cu ajutorul unui ocular goniometric.

Posibilitățile de realizare ale microscoapelor pentru mașini unelte sînt multiple. Pentru lucrări de primă necesitate se poate face o adaptare dintr-un aparat afocal. Cele mai adecuate aparate în acest sens sînt binoclurile cu prisme cărora li se adaugă înainte încă un obiectiv. Această problemă a fost tratată în unul din numerele anterioare ale acestei reviste. Unul din avantajele evidente ale acestei construcții, în afară de realizarea cu ușurință (binocluri cu prisme se fabrică în țară) este că distanța de vizare este de ordinul 120 mm, iar cîmpul vizual în jurul valorii de 16 mm. Înainte de a

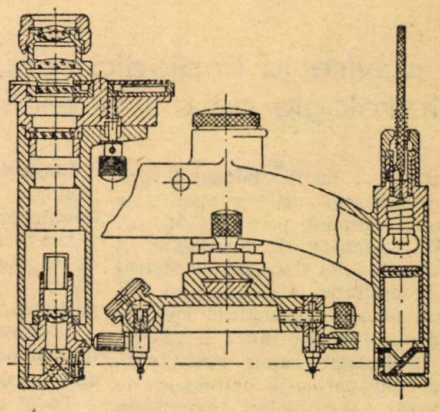


Fig. 13

încerca această adaptare trebue verificate cu multă atenție distorsiunea sistemului. Abaterea maximă admisibilă a deformării unghiulare datorită distorsiunii, după Kurt Räntsch, este de ±45". Întrucît binoclurile au oculare pozitive, ori se modifică reticolul, ori se construiește pe baza ocularului existent un alt ocular revolver. Această soluție are dezavantajul că aparatul rezultat are gabaritul mai mare decît microscoapele uzitate.

Soluția optimă este aceia a unui microscop special construit, a cărui obiectiv să fie bine corectat de distorsiune. Este interesantă din acest punct de vedere construcția din fig. 12 în care obiectivul transmite ocularului o imagine puțin micșorată ce poate fi corectată mai ușor. Microscopul care se poate adapta celor mai multe scopuri, cu schimbări minime, este cel din fig. 11 sau fig. 10. El poate fi adaptat atît mașinilor de rectificat printr-un simplu locaș executat pe batiul acestor mașini, sau se poate adapta pe strung confecționîndu-se însă, în acest caz un suport similar cu cel din fig. 12, sau unul mai simplu. În orice caz microscopul trebue să aibă un sistem de reglaj, față de direcția axei strungului. Pentru adaptarea sa pe mașina de găurit nu este nevoie decît de o piesă care la unul din capete să primească

microscopul, iar la celălalt să poarte un con Morse. O deosebită atenție trebue acordată coincidenței cît mai bune a axului conului Morse cu axul de vizare al microscopului.

Microscopul pentru mașini unelte este unul din instrumentele prețioase ale unui atelier de sculărie bine echipat. El dă posibilitatea să se execute un reglaj corect al sculei aşchietoare şi să se controleze chiar pe mașină calitatea operației executate, deasemeni este un mijloc de control convenabil al filetelor exterioare de diametru mare. Rezultatul unei eventuale anchete asupra necesității unui asemenea aparat în uzinele din țara noastră, va avea probabil ca rezultat un număr suficient de mare de bucăți, la care producerea sa în țară să devină rentabilă, dacă factorii întrebați vor cunoaște avantajele utilizării microscopului pe mașinile unelte. Acest factor este hotărîtor, întrucît condițiile de lucru impuse unui microscop de atelier sînt grele, cerînd o construcție în acelaș timp rigidă şi foarte precisă, lucru realizabil cu cheltuieli mari, la o serie de fabricație ce nu depășește cca 1 000 buc, din cauza dispozitivelor care sînt absolut necesare fabricației. Trebue analizată de asemeea posibilitatea utilizării microscopului de mașină unealtă ca piesă principală în microscopul de atelier, de masă, aparat de măsurat necesar industriei noastre.

INDRUMĂTOR LEGISLATIV

I. Cu privire la împiedicarea organelor Direcției Generale de Metrologie de a-şi exercita atribuțiunile lor

Potrivit art. 5 din regulamentul verificărilor de stat a măsurilor şi aparatelor de măsurat, aprobat prin H.C.M. nr. 499—1953, organele de verificare şi control ale direcției Generale de Metrologie, în exercitarea atribuțiunilor lor, au dreptul, pe baza legitimațiilor speciale ce posedă, de a intra oriunde se găsește aparataj metrologic supus controlului.

În cazul cînd aparatajul metrologic este găsit neverificat legal, defect, inexact sau falsificat, acesta poate fi confiscat sau sigilat pînă la intrarea în legalitate; în felul acesta se oprește funcționarea sa şi se evită astfel determinări greşite în detrimentul producției, circulației bunurilor ş.a.m.d. (a se vedea „Îndrumătorul legislativ" din nr. 7—1955 al Revistei).

Controlul exercitat de organele Direcției Generale de Metrologie în cadrul întreprinderilor productive are în primul rînd scopul de a veni în ajutorul unităților respective.

Interzicîndu-se folosirea unui aparataj necorespunzător, se dă posibilitatea de a se lua cu un ceas mai devreme măsuri de remediere în folosul economiei naționale şi a realizării planului cu produse de bună calitate şi conform prescripțiunilor STAS-urilor.

În diferite rînduri, organele noastre de control au fost împiedicate de a confisca sau sigila aparatajul metrologic nelegal, uneori întrebuințîndu-se acte de violență de către acei care prin aceasta sperau să scape de urmări.

O asemenea procedură, folosită fie de salaraiații din sectorul de stat, fie de către particulari, duce în mod inutil la complicații : în locul unei situațiuni sancționată eventual cu o amendă ad-tivă, se ajunge la o situație cu mult mai gravă considerată de lege infracțiune (delict) şi sancționată cu închisoare.

În rîndurile ce urmează, vom arăta cum este calificată o asemenea faptă în codul penal, ce urmări are şi ce greşită este poziția pe care o adoptă în astfel de cazuri cei vinovați.

Împiedicarea, zădărnicirea sau îngreunarea exercitării atribuțiunilor unui funcționar de stat, se consideră *exces de putere* şi *abuz de serviciu* dacă e săvîrşită de un angajat din sectorul de stat şi un *act de rebeliune* dacă e săvîrşită de un particular.

În ambele cazuri, fapta poate fi considerată şi un ultraj, dacă este însoțită de anumite cuvinte insultătoare, gesturi, etc.

Toate aceste fapte, conform textelor respective (art. 245, 247, 253—255 şi 261 cod penal) se pedepsesc cu închisoare corecțională pînă la 4 ani. Iată deci cum de la o simplă contravenție sancționată cu amendă ad-tivă care, de multe ori cînd aparatajul metrologic este intrat în legalitate se reduce sau se anulează, se ajunge la situații cu mult mai complicate şi la o pedeapsă cu mult mai grea.

Pe baza acestor lămuriri, credem că nu mai,este necesar să insistăm asupra atitudinii cu totul greşită a acelora care, în loc să folosească în mod just excelenta armă a autocriticii, produc greutăți în muncă şi în sarcinile Direcției Generale de Metrologie şi în aceia a unității pe care ei o reprezintă, opunîndu-se la exercitarea controlului utilajului metrologic.

II. Ruperea de sigilii

În vederea intrării în legalitate şi repunerii în stare de funcționare a apatajului metrologic, găsit necorespunzător, organele de control ale Direcției Generale de Metrologie aplică sigilii care, potrivit procedurii indicate de art. 18 din regulamentul verificărilor de stat, nu pot fi ridicate decît de către cei ce au aplicat sigiliul sau de reparatorii autorizați.

De asemenea, se aplică sigilii aparatajului metrologic declarat confiscat dar care, din diferite motive, nu poate fi ridicat de organul de control.

S-au întîmplat cazuri cînd beneficiarii aparatajului au rupt sigiliile aplicate pe aparatajul declarat necorespunzător sau confiscat, pentru a-l putea folosi în continuare sub diferite pretexte.

Nu poate exista nici un motiv care să justifice ruperea unui sigiliu aplicat în mod legal de organul de control.

Legea penală pedepsește acest fapt material al ruperii unui sigiliu cu *închisoare corecțională pînă la 3 ani* (art. 263—265 cod penal), indiferent de motivele care au dus la săvîrşirea acestei infracțiuni.

Folosirea mai departe a aparatajului sigilat şi declarat necorespunzător, constituie totodată o a doua infracțiune prevăzută de art. 20 lit. a decretul 21—1954 şi art. 245 cod penal (abuz de servici) care se pedepsește cu închisoare corecțională pînă la 10 ani.

Iată cum acte nesocotite pot duce la o pedeaspsă gravă şi la urmări tot atît de grave pentru învinuit şi indirect, pentru conducerea unității respective.

În mod normal un aparataj metrologic necorespunzător trebuie să fie imediat înlocuit sau reparat şi repus în circuitul economic pentru ca producția sau circulația bunurilor să se facă în bune condițiuni, privind exactitatea măsurătorilor.

Dacă unii angajați ai întreprinderilor înțeleg însă să folosească un asemenea aparataj declarat oficial necorespunzător, rupînd sigiliile aplicate sau dacă ştiind că este necorespunzător, îl folosesc totuşi profitînd de faptul că nu sînt controlați, această faptă constituie implicit o lipsă de supraveghere din partea conducerii şi a responsabilului metrolog a cărei existență şi activitate este obligatorie în această direcție, în orice întreprindere. Aceste fapte, împreună cu acela al ruperii sigiliului sau folosirii de aparataj metrologic necorespunzător, constitue un cumul de contravenții şi infracțiuni pe care căutăm să-l scoatem în evidență spre a se evita condamnări aspre, datorită unei necunoaşteri a legislației metrologice, axate pe codul penal şi pe lipsa organizării controlului intern în întreprinderi.

Măsurarea debitelor fluidelor în industria chimică

(Partea II-a)

Ing. L. BADEA

В первой части работы напечатанной в этой статье, отмечается значение измерения расходов жидкостей для установок с химическими процессами и дается классификация применяемых расходомеров.

Рассматриваются расходомеры с переменным дифференцированным давлением и дается описание их сужающих приспособлений (диафрагмы, сопла, трубка Пито, трубка Вентури, колено, тройники) и приспособлений второстепенных (дифференциальный манометр с поплавками и ртутью, кольцевые весы, с подвижным сосудом, с створчатой трубой, с мембраной, с одним колпаком и с двумя колпаками). В заключение приводится сравнение свойств различных дифференциальных манометров.

★

Dans la première partie de l'article, l'auteur montre l'importance présentée par la détermination des débits des fluides, en ce qui concerne les installations à processus chimiques; on donne une clasification des compteurs employés.

Sont exposés ensuite les compteurs à pression différentielle variable, avec leurs dispositifs de strangulation (diaphragmes, tube Pitot, tube Venturi, coudes et tés) et leurs dispositifs secundaires (manométre différentiel à flotteur et mercure, balance anulaire, à une et à deux cloches).

En conclusion, l'auteur fait une comparaison entre les propriétés des divers manométres différentiels.

Instalarea debitmetrelor cu presiune diferențială variabilă

Datorită unor proprietăți specifice proceselor chimice ca : utilizarea unei game foarte variate de fluide, utilizarea unor debite variate, corosivitatea, toxicitatea, pericolul de incendiu, pericolul de explozie, continuitatea, necesitatea centralizării variabilelor ca urmare a complexității proceselor etc., trebuie avută o grijă deosebită la instalarea debitmetrelor care trebuie să prezinte în cea mai mare măsură corectitudinea măsurărilor, și la asigurarea durabilității aparatelor.

Pentru tehnicianul din proectarea și exploatarea instalațiilor cu procese chimice, cunoașterea montajului debitmetrelor este tot atît de importantă ca alegerea justă a tipurilor de aparate cele mai indicate procesului respectiv.

La instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă, trebuie avut în vedere natura fluidului (gaz, vapori sau lichid) corosivitatea fluidului care se măsoară și a mediului ambiant, presiunea și temperatura acestuia, prescripțiile pentru prevenirea exploziilor și incendiilor și poziția dispozitivului de strangulare față de manometrul diferențial.

La montajul dispozitivelor de strangulare se recomandă o lungime de conductă dreaptă și lipsită de coturi, teuri, robinete etc., înainte și după dispozitiv. În cazul diafragmelor, lungimea de conductă dreaptă înainte diafragmei trebuie să fie echivalentă cu de 10 ori diametrul conductei iar după diafragmă cu de 5 ori diametrul. Centrarea orificiilor față de peretele interior al conductei prezintă de asemeni importanță la precizia măsurărilor.

În fig. 10 este reprezentată schematic instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă pentru lichide.

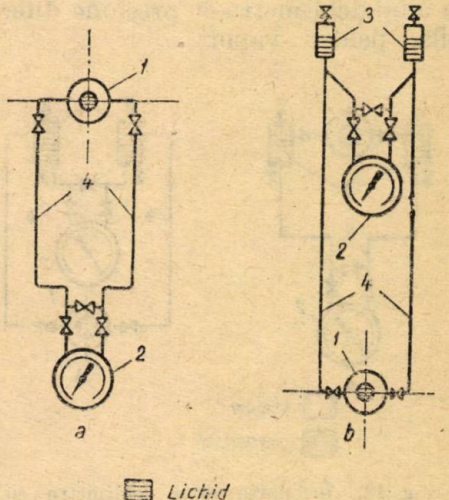


Fig. 10. Instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă pentru lichide.

a. Dispozitivul de strangulare instalat deasupra manometrului diferențial. *b*. Dispozitivul de strangulare instalat sub manometrul diferențial. 1. Dispozitivul de strangulare 2. Manometru diferențial 3. Vas de aerisire

Se recomandă ca manometrul diferențial, să fie instalat sub dispozitivul de strangulare (Fig. 10-*a*). Cînd nu este posibil, trebuiesc instalate vase pentru eliminarea gazelor și vaporilor din lichid (Fig. 10-*b*).

În cazul măsurării debitelor de gaze (fig. 11), se recomandă ca manometrul diferențial să fie instalat deasupra dispozitivului de strangulare, în vederea scurgerii în conductă a condensatului care se formează (*a*).

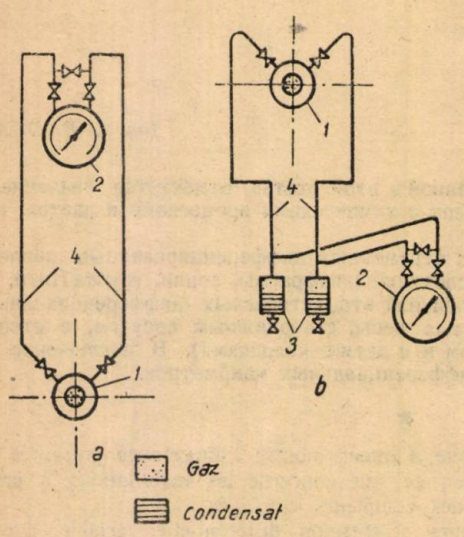


Fig. 11. Instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă pentru gaze

a. Dispozitivul de strangulare instalat sub manometrul diferențial *b*. Dispozitivul de strangulare instalat deasupra manometrului diferențial.
1. Dispozitiv de strangulare 2. Manometru diferential 3. Vas de condensare 4. Conductă.

În cazul instalării manometrului diferențial, dedesubtul dispozitivului de strangulare (Fig. 11 *b*), sînt prevăzute vase pentru colectarea condensatului format.

În fig. 12 este reprezentată schematic instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă, pentru vapori.

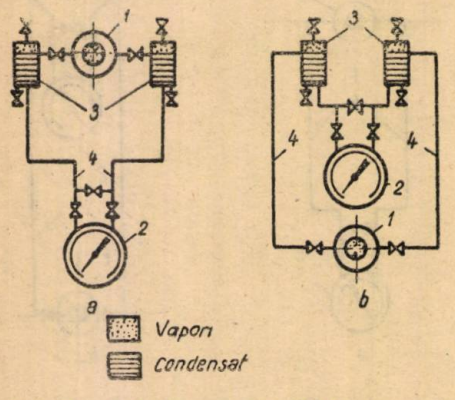


Fig. 12. Instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă, pentru vapori

a. Dispozitivul de strangulare instalat deasupra manometrului diferențial b. Dispozitivul de strangulare instalat sub manometrul diferențial.
1. Dispozitiv de strangulare 2. Manometru diferențial 3. Vas de condensare 4. Conductă

Vasele de condensare 4 trebuie situate deasupra manometrului diferențial în cazul din fig. 12 *a*, pentru a nu permite acumularea aerului în manometrul diferențial, ci întoarcerea lui în conducta principală. Cînd dispozitivul de strangulare se află sub manometrul diferențial (fig. 12 *b*) vasele de condensare trebuiesc instalate în punctul cel mai de sus al conductelor de legătură, în vederea eliminării aerului sau altor gaze.

În industria chimică sînt dese cazurile cînd se pune problema măsurării debitelor fluidelor corozive. În unele cazuri debitmetrele se confecționează din materiale rezistente la acțiunea corozivă a mediilor respective. Metoda este constisitoare și aplicabilă numai în cazul manometrelor diferențiale cu burduf, cu vas mobil și cu membrană. O metodă mai economică, aplicabilă în toate cazurile, folosește lichide sau gaze intermediare de protecție.

În fig. 13 sînt reprezentate schemele de instalarea debitmetrelor cu presiune diferențială variabilă, pentru lichide corozive.

Vasele de separare, în mod obișnuit, sînt cilindrice avînd diametrul 100—250 mm.

Exemple de aplicare: Schemele din fig. 13 *a*, *d*, se folosesc la măsurarea debitelor de benzen acid, acid benzen sulfonic și soluție de hexacloran, avînd ca lichid de protecție mercur. Vasele de separare sînt din vinidur.

Schemele din fig. 13 *b*, *c*, se aplică în cazul acidului sulfuric oleum, sau tehnic și soluției de hidroxid de potasiu sau hidroxid de sodiu. Lichidul de protecție este petrolul lampant purificat. Vasele de separare sînt confecționate din oțel sau plumb.

În fig. 14 este reprezentată schematic instalarea unui debitmetru, cu presiune diferențială, pentru lichide corozive, folosind vase de separare sferice cu membrană, de construcție recentă.

Membrana, confecționată dintr-un material plastic rezistent (policlorură de vinil, polietilenă tetrafluor etilenă, cauciuc sintetic perbuna, etc.) sau din piele, joacă rolul de protector. Presiunea diferențială este transmisă membranei, iar aceasta o transmite lichidului intermediar (deobicei apă).

Schema din fig. 14 se aplică și în cazul vaporilor corozivi.

Exemple de aplicare: În cazul măsurării debitului de acid acetic în soluție, sau în fază de vapori, se folosește ca membrană de protecție policlorura de vinil, iar ca lichid intermediar apa. Vasele de separare sînt confecționate din vinidur sau oțel V4A.

În fig. 15 sînt reprezentate trei scheme de montaj ale debitmetrelor cu presiune diferențială variabilă pentru gaze corozive.

Vasele de separare sînt deobicei cilindrice avînd diametrul 100—150 mm.

Exemple de aplicare: Pentru măsurarea debitelor de clor și cloran se folosește ca lichid de protecție clorexul. Vasele de separare se confecționează din oțel. În cazul bioxidului de sulf, lichidul de protecție cel mai indicat este petrolul lampant purificat.

Pentru măsurarea debitelor de acetilenă, cu debitmetre prevăzute cu manometre diferențiale cu mercur, sau confecționate din aliaje de cupru, se folosesc ca lichide de protecție

glicerina, apa sau petrolul lampant. Vasele de separare sînt confecționate din oțel. În cazul manometrelor diferențiale cu mercur, acetilena formează cu mercurul amestecuri explozive, iar în cazul manometrelor diferențiale confecționate din aliaje de cupru, acetilena formează acetilura de cupru distrugînd aparatele.

Schemele din fig. 15 *a* și *c* se aplică și în cazul vaporilor corozivi. Vasele de separare cilindrice au diametrul 75—150 mm.

De curînd au început a fi folosite ca mijloace de protecție gazele inerte (deobicei aerul și azotul), în cazurile cînd nu se găsesc lichide de protecție corespunzătoare.

În fig. 16 este reprezentată schematic instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială pentru lichide corozive.

În cele două conducte de legătură de la dispozitivul de strangulare la manometrul diferențial, se introduce aer sau azot cu o presiune cu circa 10—20% mai ridicată decît presiunea statică a lichidului din conducta principală. Debitul gazului de protecție este deobicei 30 l/h și se controlează cu două rotametre. Variațiile presiunii diferențiale sînt transmise manometrului diferențial prin intermediul gazului de protecție.

Exemple de aplicare: Măsurarea debitelor de soluție de hidroxid de sodiu, hidroxid de potasiu, acetaldehidă, acid azotic, acid sulfuric, acizi grași sintetici etc., se face folosind ca gaz de protecție aer sau azot.

Uneori se folosesc împreună lichide și gaze de protecție, pentru măsurarea debitelor gazelor, vaporilor și lichidelor corozive.

În fig. 17 este reprezentată schematic instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă pentru lichide corozive, cu lichid și gaz de protecție.

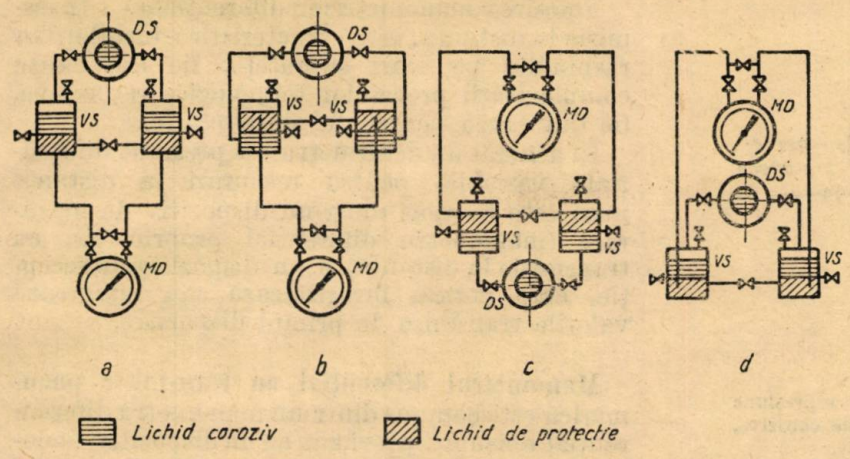


Fig. 13. Instalarea debitmetrelor cu presiune diferențială variabilă, pentru lichide corozive

a, d. Lichid de protecție cu greutatea specifică mai mare decît a lichidului coroziv.
b,c. Lichid de protecție cu greutate specifică mai mică decît a lichidului coroziv.
DS—Dispozitiv de strangulare; MD—Manometru diferențial. — VS—Vas de separare.

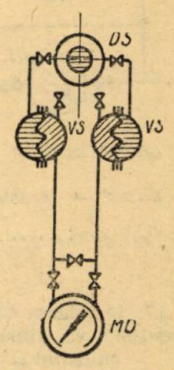


Fig. 14. Instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă pentru lichide corozive

D.S. Dispozitiv de strangulare; MD — Manometru diferențial. VS — Vas de separare cu membrană.

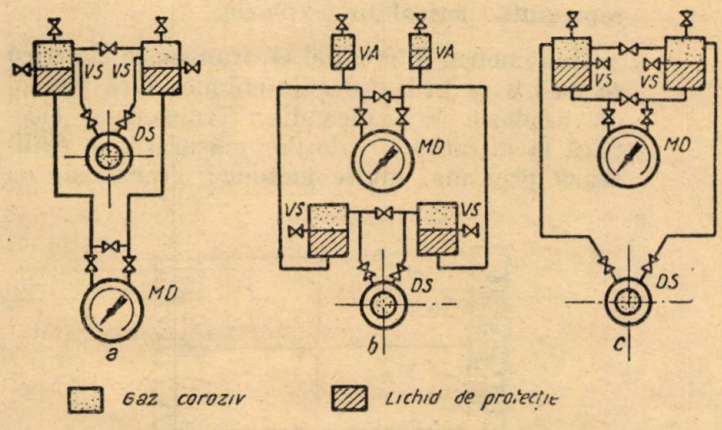


Fig. 15. Instalarea debitmetrelor cu presiune diferențială variabilă pentru gaze corozive.

a, b. — Vasele de protecție instalat lîngă dispozitivul de strangulare.
c. — Vasele de separare instalate lîngă manometrul diferențial.
DS — Dispozitiv de strangulare; MD — Membrană diferențială; VS — Vas de separare; VA — Vas de aerisire.

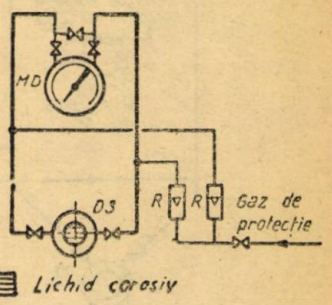


Fig. 16. Instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă pentru lichide corozive, cu gaz de protecție.

DS — Dispozitiv de strangulare; MD — Manometru diferențial; R — Rotametru.

Exemple de aplicare: În cazul măsurării debitelor de hexacloran tehnic în soluție, se utili-

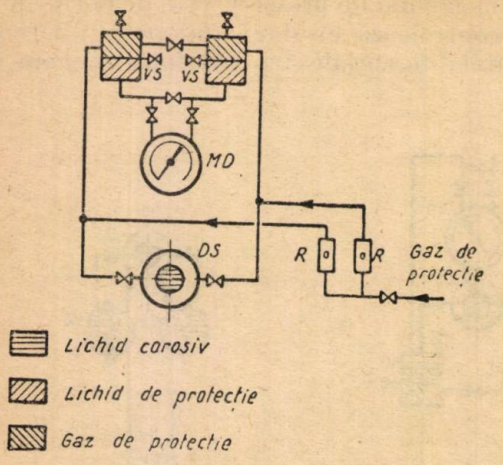


Fig. 17. Instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă pentru lichide corozive, cu lichid și gaz de protecție.

DS — Dispozitiv de strangulare; MD — Manometru diferențial; VS = Vas de separare; R — Rotametru.

zează ca lichid de protecție mercurul și ca gaz de protecție aerul.

În fig. 18 este reprezentată schematic instalarea unui debitmetru diferențial pentru gaze corozive, cu lichid și gaz de protecție.

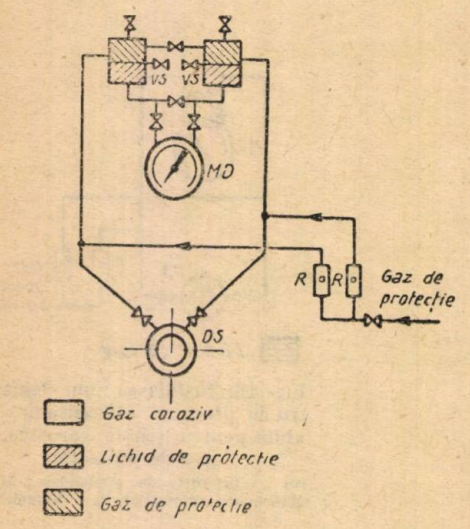


Fig. 18. Instalarea unui debitmetru cu presiune diferențială variabilă pentru gaze corozive, cu lichid și gaz de protecție.

DS — Dispozitiv de strangulare; MD — Manometru diferențial; VS — Vas de separare; R — Rotametru.

Exemple de aplicare: La măsurarea debitelor de clor, acid clorhidric și a altor clorurați corozivi, se folosește clorexul (lichid de protecție) și aerul (gaz de protecție). Vasele de separare sînt din oțel.

Manometre diferențiale cu transmisie la distanță

Manometrele diferențiale descrise anterior, se folosesc pentru măsurări la distanță de maxim 40 m de la locul de instalare al dispozitivului de strangulare. Pentru măsurări la distanțe mai mari, în industrie se utilizează manometre diferențiale cu transmisie pneumatică (pînă la 250 m) și cu transmisie electrică (pînă la cîțiva zeci de km).

Folosirea manometrelor diferențiale cu transmisie la distanță, este caracteristică instalațiilor răspîndite pe mari suprafețe, fie din cauza complexității proceselor tehnologice respective, fie din cauza pericolului de explozie.

În general un debitmetru cu presiune diferențială variabilă pentru măsurări la distanțe mari este compus dintr-un dispozitiv de măsurare (manometru diferențial propriu zis, cu transmisie la distanță) și un dispozitiv de recepție, care indică, înregistrează sau integrează valorile transmise de primul dispozitiv.

Manometrul diferențial cu transmisie pneumatică este compus dintr-un manometru diferenrențial obișnuit, prevăzut cu un dispozitiv pneumatic pentru transmiterea presiunii aerului comprimat, proporțional cu valoarea debitului măsurat, un sistem de conducte de legătură pentru aer și un receptor care primește impulsurile aerului și le transformă din nou în indicații ale debitului. Asemenea manometre diferențiale se folosesc în instalațiile chimice care reprezintă pericol de explozie.

Manometrul diferențial cu transmisie electrică se utilizează în instalațiile chimice fără pericol de explozie sau incendiu. Transmisia electrică la distanță a valorilor măsurate, se realizează prin mai multe metode: Transmisie cu

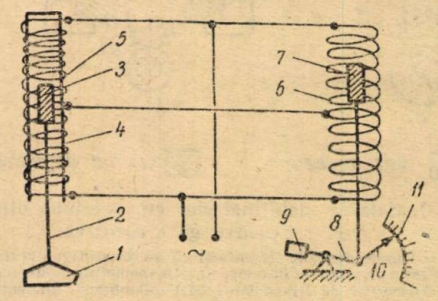


Fig. 19. Schema de principiu a manometrului diferențial cu flotor și mercur, cu transmisie prin inducție electromagnetică.

1. — Flotorul manometrului diferențial; 2. — Tijă; 3. — Miez de fier al dispozitivului de măsurare; 4. — Tub de separație; 5. — Bobina dispozitivului de măsurare; 6. — Bobina dispozitivului de recepție; 7. — Miez de fier al dispozitivului de recepție; 8. — Mecanism de transmitere; 9 Contragreutate; 10. — Ac indicator; 11. — Cadran.

rezistență, transmisie cu punte cu curent continuu sau alternativ și transmisie prin inducție electromagnetică.

Cele mai răspîndite sînt manometrele diferențiale cu transmisie prin inducție electromagnetică.

În fig. 19 este reprezentată schema de principiu a unui manometru diferențial cu flotor și mercur cu transmisie prin inducție electromagnetică.

(*Continuarea în nr. viitor*)

Montarea, verificarea şi exploatarea corectă a maşinilor universale de încercat materiale

Ing. ST. MISCOVITS

Установление механических показателей, применяемых в машиностроении материалов производится лабораториями для испытания материалов. На определяемые в этих лабораториях величины, в значительной степени влияет способ, при помощи которого производится испытание, равно как и точность применяемых при испытании приборов.

Согласно установленным фактам из деятельности различных лабораторий по испытанию материалов, во многих случаях эксплуатации испытательных машин ведется неправильно. Настоящая статья ставит себе целью разъяснить некоторые вопросы, находящиеся в тесной связи с произведенными такими машинами испытаниями.

★

Les caractèristiques mécaniques des matériaux utilisés à la construction des machines sont établies dans les laboratoires spécialement aménagés à cet effet. La manière dont on y effectue l'essai des matériaux et les appareils employés influencent grandement les valeurs déterminées.

Les constatations faites dans différentes laboratoires mènent à la conclusion que les machines employées aux essais des matériaux sont exploitées d'une manière insatisfaisante. Le présent article a pour but de jeter un peu de lumière sur quelques prob'èmes qui sont en etroite relation avec les essais de matériaux executés à l'aide de ces machines.

Calitatea materiei prime, folosită în diferitele ramuri de producţie a industriei constructoare de maşini, influenţează în mod hotărîtor asupra calităţii bunurilor produse.

Determinarea caracteristicilor necesare pentru stabilirea calităţii materiei prime, formează preocuparea de bază a laboratoarelor de încercări de materiale, ce funcţionează în cadrul uzinelor metalurgice. Această operaţie trebuie executată într-un mod cu totul obiectiv, aceste mărimi servind în general drept criterii pentru recepţionarea materialelor.

Obţinerea valorilor obiective este condiţionată de existenţa maşinilor şi aparatelor de control, precum şi de eliminarea pe cît posibil a subiectivismului omenesc. Laboratoarele de incercări de materiale sînt inzestrate azi cu aparate moderne care execută cele mai complicate solicitări, ele fiind caracterizate totodată printr-o precizie ridicată. Aparatele de construcţii moderne tind spre o automatizare cît mai pronunţată, avînd ca scop reducerea la minimul necesar a activităţii omului în procesul de incercare.

Pe cît de mare poate fi avantajul ce-l prezintă un aparat automat care lucrează în condiţii optime şi cu rezultate sigure, tot pe atît de mare poate fi şi pericolul ce-l prezintă utilizarea unui aparat ce lucrează în condiţii necorespunzătoare, indicînd valori false.

În scopul realizării unui control de bună calitate, multe uzine din ţară au fost dotate în ultimii ani cu aparate moderne pentru încercarea materialelor, în special cu maşini universale de încercat şi cu aparate pentru duritate. Cum însă se simte o lipsă foarte accentuată a specialiştilor din acest domeniu de activitate tehnică şi totodată există un gol serios în literatura de specialitate, adecuată personalului de laborator, introducerea acestor maşini şi aparate nu a adus peste tot rezultatele scontate. În special maşinile universale, în multe cazuri, au fost aşezate în locuri necorespunzătoare, montarea lor făcîndu-se în mod nesatisfăcător. Fiind deservite de personal necorespunzător, maşina lucrînd defectuos, rezultatele încercărilor nu puteau oglindi în mod real, calitatea materialului încercat. Acest lucru a contribuit ca în unele uzine să se renunţe la utilizarea acestor maşini.

O îmbunătăţire simţitoare s-a produs în acest domeniu prin executarea verificărilor interne de către laboratoarele MIMCM şi prin verificările de stat executate de organele DGM. Un rol deosebit de important are asistenţa tehnică acordată de specialiştii DGM-ului în scopul desfăşurării în bune condiţii a activităţii laboratoarelor de încercări de materiale şi este datoria acestor organe de a continua această activitate, astfel ca să nu mai existe laboratoare unde aparatele să fie necorespunzător montate şi greşit exploatate.

Articolul de faţă are scopul de a prezenta unele probleme legate de exploatarea maşinilor de încercat materiale.

Supunerea unui material la încercări mecanice urmăreşte stabilirea comportării acestuia sub acţiunea forţelor şi momentelor exterioare care-l solicită. Pentru aceste încercări se folosesc în general epruvete, extrase din materialul de

încercat. Asupra acestor epruvete se aplică forțe exterioare, sub acțiunea cărora ele se deformează elastic, plastic, iar în cele mai multe cazuri se distrug prin rupere. Prin raportarea mărimii forțelor ce acționează la dimensiunile epruvetei, se obțin valori convenționale care caracterizează calitatea materialului încercat. Prin precizia cu care se determină dimensiunea piesei și mărimea forței se asigură precizia determinărilor. Această precizie este strîns legată de instrumentele de măsurat și de mașina de încercat. Măsurarea dimensiunilor se face cu șublere și micrometre de construcție obișnuită, a căror precizie este limitată de norme. În ceea ce privește precizia mașinilor de încercat, mai toate țările au elaborat norme care fixează limitele erorilor cu care poate lucra o asemenea mașină și în general eroarea cu care se poate executa o încercare mecanică. Condițiile impuse prin standarde sînt relativ severe și, chiar în stadiul actual de dezvoltare tehnică, este o problemă de a se realiza o încercare care să corespundă întocmai standardului. Eroarea de măsurare a forței cu $\pm$ 1%, viteza de creștere a forței în limite largi, înterpretarea justă a valorilor obținute, sînt condiții care se pot realiza numai atunci cînd se dispune de o instalație bine pusă la punct, deservită de un personal pregătit, posedînd practică îndelungată.

* * *

Mașinile universale de încercat de construcție modernă sînt construite astăzi aproape exclusiv pe principiul acționării hidraulice, cu dinamometru pendular. Tipul clasic al unei asemenea mașini este prezentat în fig. 1. La această

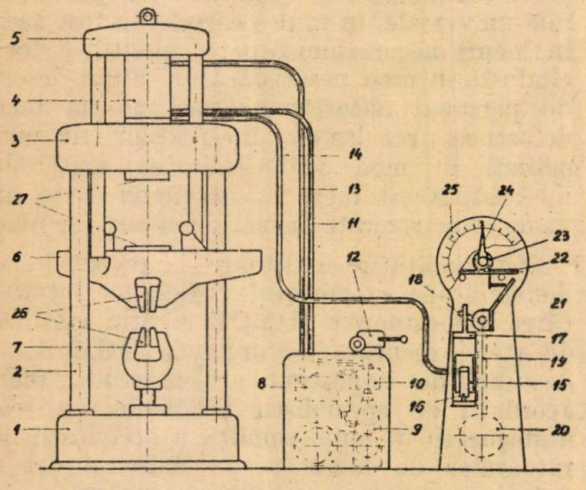


Fig. 1

mașină se deosebesc trei grupuri distincte: *a*) batiul cu masa de lucru și dispozitivele de prindere, *b*) grupul de pompare și reglare și *c*) dinamometrul (denumit și „manometru pendicular").

Detaliile de construcție precum și principiul de funcționare a mașinei se poate urmări din figură. În batiul solid, turnat din fontă (1), sînt montate cele două coloane principale (2), prinse în partea superioară prin grinda transversală fixă (3), ce servește la susținerea cilindrului de lucru (4). În cilindrul (4) se află introdus un piston solidar cu grinda transversală mobilă (5), legată prin două coloane cu masa de lucru (6). În batiul mașinei se mai află un angrenaj șurub fără fine care servește la deplasarea capului de prindere inferior (7).

Deplasarea mesei de lucru se face prin introducerea uleiului sub presiune în cilindrul de lucru (4). Uleiul sub presiune este debitat

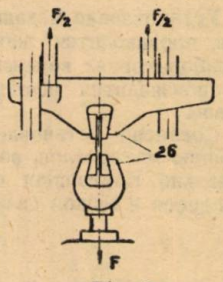


Fig. 2

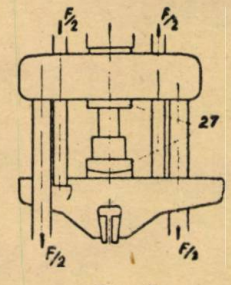


Fig. 3

de grupul de pompare. Pompa (9) aspiră din rezervorul de ulei (8) și debitează în rezervorul sub presiune (10), de unde prin conducta (11) ajunge în cilindrul de lucru. Reglarea debitului de ulei se face prin reglarea debitului pompei,— care în cele mai multe cazuri este o pompă de injecție pentru motor Diesel — și cu ajutorul ventilului de scurtcircuitare (12). Uleiul ce se prelinge între piston și cilindrul de lucru se întoarce în rezervorul (8) prin conducta (13).

Măsurarea forței ce se exercită asura mesei de lucru — deci asupra epruvetei încercate — se face de către dinamometrul (*c*) în mod indirect prin măsurarea presiunei uleiului. În acest scop cilindrul de măsură (15) este în legătură cu cilindrul de lucru (4) prin conducta (14). Presiunea uleiului se exercită asupra pistonului (16), care prin jugul (17) transmite forța la pîrghia (18) solidară cu brațul pendulului (19), pe care sînt așezate contragreutățile (20). Momentul forței ce acționează în pistonul (16) față de axa de rotație a pendulului este echilibrat de momentul pendulului față de același ax. La diferite forțe ce acționează în mașină corespund diferite unghiuri de inclinare ale pendulului.

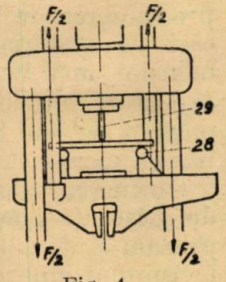


Fig. 4

Simultan cu pendulul se rotește și brațul (21) care prin deplasarea cremalierei (22) rotește roata dințată (23), montată pe aceiași axă cu acul indicator (24), ce se rotește în fața cadranului circular (25).

Probele supuse la încercare se montează în mașină în feluri diferite după felul încercării ce se execută. Pentru încercarea la tracțiune, proba se prinde între fălcile zimțate (26) — fig. 2. — Pentru încercarea la compresiune, se așează între plăcile (27), prevăzute cu articulație sferică, fig. 3, iar pentru încercarea la înco-

din relația (3) și (4) obținem :

$$F_1 = G \frac{r}{r_1} \frac{\Omega_1}{\Omega_2} \frac{\sin \alpha}{\sin (\beta - \alpha)} = k_1 \frac{\sin \alpha}{\sin (\beta - \alpha)} \quad (5)$$

unde $k_1 = G \frac{r}{r_1} \frac{\Omega_1}{\Omega_2}$ este constanta mașinei.

voiere, epruveta se așează pe rolele (28) apăsarea executîndu-se cu dornul (29) — fig. 4.

Problema exploatării mașinilor universale de încercat materiale trebuie tratată sub mai multe aspecte și anume : montarea și verificarea mașinilor, pregătirea probelor, executarea încercărilor și interpretarea rezultatelor.

MONTAREA ȘI VERIFICAREA MAȘINILOR UNIVERSALE

Multe din mașinile de încercat, sosite recent din import nu au putut fi date în exploatare imediat după montare, ele dînd indicații cu erori inadmisibil de mari. În majoritatea cazurilor s-a putut constata că erorile prea mari provin din cauza așezării greșite a dinamometrului pe fundație. Cum aceste dinamometre în general nu sînt prevăzute cu suprafețe de referințe (pentru a se putea stabili poziția orizontală), montarea lor necesită în orice caz prezența unui specialist.

O greșeală ce se comite la montarea acestor mașini, în cele mai multe cazuri, constă în faptul că dinamometrul se înșurubează fix pe fundație înainte ca mașina să fi fost pusă vreodată în funcțiune. În acest fel poziția de zero a mașinei este cu totul arbitrară, iar indicațiile mașinei nu sînt de loc concludente. Montarea corectă a unui dinamometru pendular se execută în felul descris mai jos.

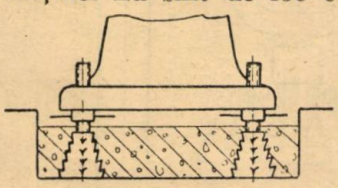


Fig. 5

Batiul dinamometrului se așează pe șuruburile de fundație pregătite ca în fig. 5. Se conectează motorul pompei și se manevrează dispozitivul de reglare a vitezei în așa fel ca masa de lucru să se ridice încet — abia perceptibil cu ochiul — în sus. Această mișcare lentă de ridicare trebuie să se mențină în tot timpul fixării poziției definitive a dinamometrului.

Contragreutatea (1) — fig. 6 — se potrivește la jumătatea porțiunei filetate de pe tija (2) iar pe pendul se așează greutatea corespunzătoare pentru scara de măsurat medie a mașinei (la o mașină de 30 tf cu domeniile de măsurare A = 0 — 5 tf ; B = 0—15 tf și C = 0 —30 tf, se așează contragreutatea B ce corespunde la scara 0—15 tf). După aceasta, prin reglarea piuliților (5) se potrivește poziția dinamometrului în așa fel ca reperul mobil (3) depe pendul să ajungă în fața reperului fix (4) depe batiul dinamometrului. Totodată se controlează ca pendulul să oscileze în jurul axei sale așezată în poziție orizontală, lucru ce se execută cu ajutorul firului cu plumb. După ce -au înșurubat piulițele (6), fixîndu-se astfel poziția dinamometrului, se așează pe bolțul pendulului pe rînd toate contragreutățile (A și C din cazul anterior). Dacă prin schimbarea contragreutăților reperul (3) s-a deplasat față de (4) atunci se readuce în poziție inițială prin modificarea contragreutății (1). La terminarea acestei operații se toarnă lapte de ciment în golul prevăzut sub batiul dinamometrului. Față de poziția de zero a pendulului, obținută în acest

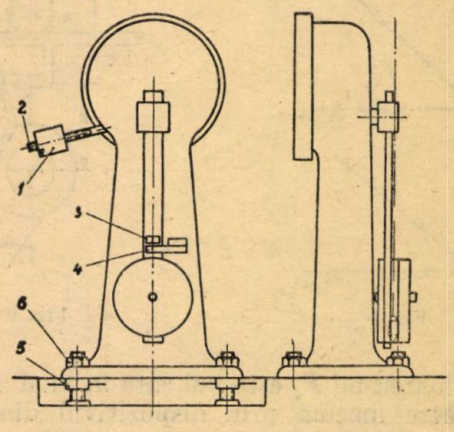


Fig. 6

fel se potrivește poziția zero a acului indicator, în raport cu cadranul dinamometrului. Dacă dinamometrul nu se montează în felul arătat mai sus, atunci în măsurările efectuate cu mașina pot interveni erori ce depășesc limitele admise.

Proveniența erorilor de indicație a mașinii se explică în cele ce urmează.

Forța F_1 care acționează asupra probei, conform notațiilor din fig. 7, se poate exprima în felul următor :

$$F_1 = P\ \Omega_1 \quad (1)$$

iar

$$F_2 = p\ \Omega_2 \quad (2)$$

unde p este presiunea uleiului din cei doi cilindrii iar Ω_1 respectiv Ω_2 sînt suprafețele pistoanelor.

Din relațiile (1) și (2) se poate scrie

$$F_1\ \Omega_2 = F_2\ \Omega_1$$

respectiv

$$F_1 = F_2 \frac{\Omega_1}{\Omega_2} \quad (3)$$

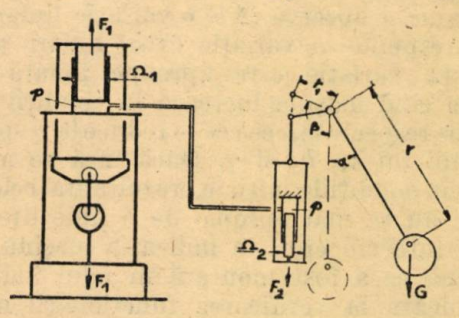


Fig. 7

Tot cu notațiile din figura se poate scrie :

$$F_2\ r_1 \sin (\beta - \alpha) = Gr \sin \alpha$$

sau

$$F_2 = G \frac{r}{r_1} \frac{\sin \alpha}{\sin (\beta - \alpha)} \quad (4)$$

În acest fel se poate măsura mărimea forței ce acționează asupra probei prin măsurarea unghiului α. Variația unghiului de inclinare a pendulului în funcție de F_1/k_1 se vede din diagramă — fig. 8.

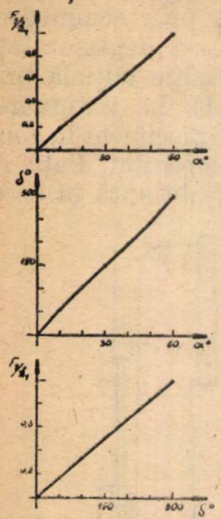


Fig. 8

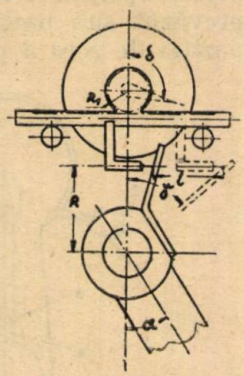


Fig. 9

Valoarea lui F_1 este indicată în mod automat de către mașină prin dispozitivul din fig. 9. Cu notațiile din figură se poate scrie:

$$l = R \operatorname{tg} \gamma - R \operatorname{tg} (\gamma - \alpha) \qquad (6)$$

totodată

$$l = R_1 \delta \qquad (7)$$

rezultă din (6) și (7)

$$\delta = \frac{R}{R_1} [\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} (\gamma - \alpha)] \qquad (8)$$

Exprimînd diferența tangentelor în funcție de sin și cos obținem

$$\delta = k_2 \frac{\sin \alpha}{\cos (\gamma - \alpha)} \qquad (9)$$

unde

$$k_2 = \frac{R}{R_1} \frac{1}{\cos \gamma}$$

Reprezentarea grafică a lui $\delta = f(\alpha)$ se vede în figura 8. Mărimea coeficienților k_1 și k_2 se stabilește în așa fel încît unghiul δ să aibă valori cuprinse între 300—360° pentru valorile lui $\alpha_{max} = 40$—60°. Din combinarea celor două diagrame se observă că la o variație liniară a lui F_1 corespunde o variație cvazi liniară a lui δ. Această variație este aproape liniară numai atunci cînd mașina lucrează în condiții inițiale riguros respectate, ceea ce se reduce la respectarea mărimii lui k_1, k_2 și γ. Dacă însă se modifică una din condițiile inițiale, rezultanta celor două curbe nu se mai apropie de o linie dreaptă și astfel intervin erori în indicația mașinii.

După ce a fost montată în felul indicat, se procedează la verificarea funcționării mașinei, prin executarea tuturor operațiilor posibile. Astfel se controlează funcționarea limitatoarelor de cursă la pozițiile extreme ale capului de prindere inferior (întrerupătoarele trebuie să deconecteze în mod automat motorul ce acționează capul de prindere, cînd acesta ajunge în pozițiile sale extreme).

Se verifică limitatorul de sarcină maximă dacă deconectează motorul pompei cînd pendulul se înclină cu un unghiu ceva mai mare decît α_{max}. Se controlează vitezele de deplasare a mesei, citind drumul parcurs de masă direct de pe rigla gradată, fixată de aceasta.

În cele din urmă se face proba fălcilor de prindere în felul următor: se prinde între bacuri o bară metalică care să aibe dimensiunile alese în așa fel încît sub acțiunea unei forțe de tracțiune egală cu sarcina maximă a mașinei în bară să nu se producă curgerea materialului. Se încarcă încet mașina pînă la cca 1/10, 1/2 și 1/1 din sarcina maximă oprind pe rînd încărcarea la atingerea acestor sarcini. În timpul menținerii epruvetei sub sarcină nu este voie ca aceasta să se deplaseze față de bacuri, iar forța indicată de mașină nu are voie să scadă cu mai mult de 1% în timp de 30 sec.

Numai după ce s-a constatat că funcționarea mașinei corespunde la toate condițiile cerute

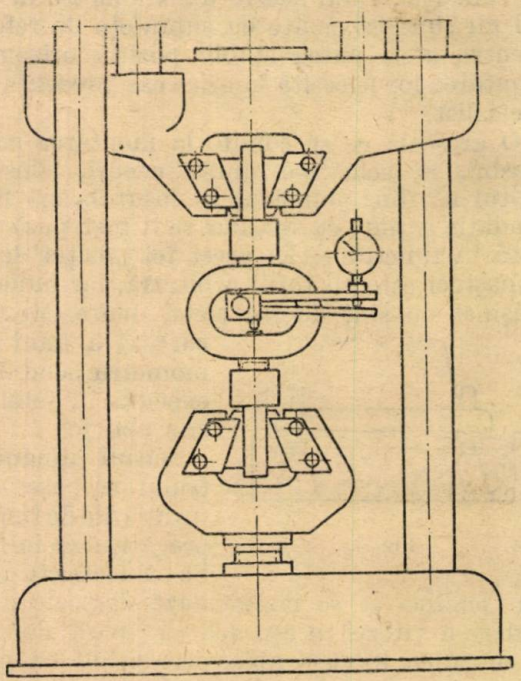


Fig. 10 a

anterior, se poate trece la verificarea justeței și fidelității indicațiilor mașinei. În acest scop se montează în mașină un dinamometru-model cu precizia de 0,3% în felul indicat în fig. 10.

Prin încărcări lente și succesive se fac citiri simultane la dinamometrul-model și la mașina de încercat. Eroarea procentuală medie ce o poate avea indicația mașinei, față de cea a dinamometrului-model, este de maximum ± 1% (conf. STAS 1510-54).

Mașina montată și controlată în acest fel se prezintă la verificarea organelor DGM.

Asupra condițiilor în care s-a executat montarea, precum și asupra rezultatelor obținute la prima verificare, se întocmește un proces verbal care împreună cu atestatul și prospectul mașinei (provenit dela fabrica constructoare) se intro-

duce în dosarul mașinei. Tot în acest dosar se introduc buletinele de verificare interne și de stat eliberate cu ocazia verificărilor periodice.

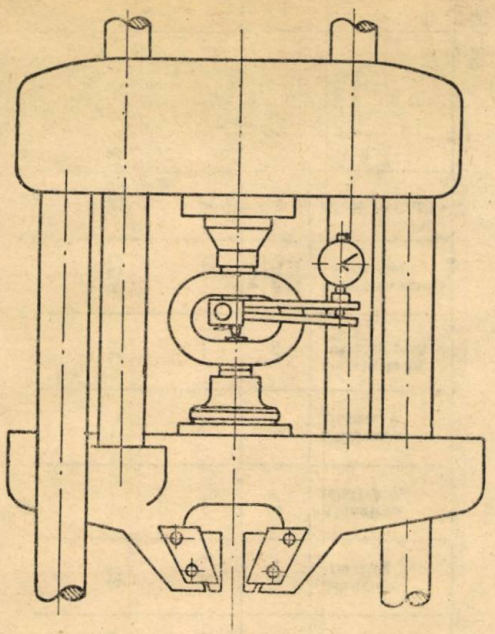


Fig. 10 b

PREGĂTIREA PROBELOR, EXECUTAREA INCERCĂRII ȘI INTERPRETAREA JUSTĂ A REZULTATELOR OBȚINUTE

După cum s-a arătat încă la începutul lucrării, exactitatea datelor obținute la încercarea mecanică a unui material este condiționată de felul cum se execută încercarea. Chiar dacă se dispune de o mașină de încercat bine pusă la punct, din cauza nerespectării riguroase a condițiilor impuse prin standarde, încercarea poate da rezultate false. Se analizează în continuare unele aspecte ale problemei executării încercărilor mecanice, probleme ce se pot grupa după cum urmează:

a) alegerea locului de luarea probei,
b) confecționarea probei,
c) pregătirea probei pentru încercare,
d) încercarea propriu zisă,
e) interpretarea rezultatelor.

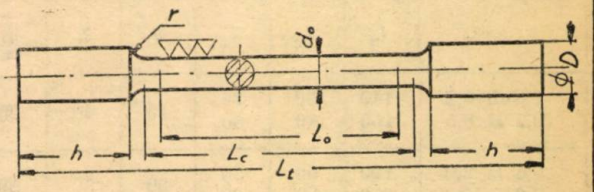
a) Alegerea locului de luarea probei are o influență hotărîtoare asupra rezultatului încercării. Din aceste motive acest loc este bine precizat în standardele de materiale și trebuie respectat cu strictețe (STAS 500-49; 791-49; 880-49; 882-49; ... etc.).

b) Confecționarea probelor se face în atelierele mecanice ale laboratoarelor, prin prelucrarea la mașini unelte. Este de foarte mare importanță faptul ca în timpul prelucrării epruveta să nu fie supusă unei ecruisări puternice și nici unui tratament termic nedorit. Viteza de lucru precum și secțiunea maximă a șpanului trebuie să fie prescrisă strungarului. Forma și dimensiunile epruvetelor se aleg conform standardului, la latitudinea personalului de laborator rămînînd doar să aleagă tipul de epruvetă și secțiunea acesteia, în funcție de forma fălcilor de prindere și de sarcina mașinei. O serie de tipuri de epruvete, ce se încearcă în mod curent la mașinile universale, sînt cele din tabelele de mai sus.

La epruvetele din tabela I se pot adopta în unele cazuri și capete filetate. La produsele semifabricate ca: bare profilate, benzi subțiri, sîrme sub 4 mm, etc. ...încercarea se poate executa chiar pe produs, fără a mai fi nevoie de confecționarea vreunei epruvete.

Tabela 1

Epruvete cilindrice pentru încercarea la tracțiune
STAS 200—52



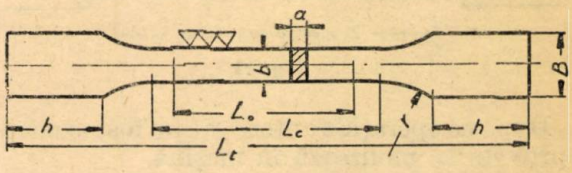
Dimensiuni în mm

d_0	$\approx D$	h	r	Epruvetă scurtă $L_0 = 5d_0$			Epruveta lungă $L_0 = 10\,d_0$		
				L_0	L_c	L_t	L_0	L_c	L_t
6	8	25	4	30	36	95	60	86	125
8	10	30	4	40	48	115	80	88	155
10	12	35	6	50	60	140	100	110	190
12	15	40	6	60	72	160	120	132	220
14	17	45	8	70	84	180	140	154	250
16	20	50	8	80	96	205	160	176	285
18	22	55	10	90	108	230	180	198	310
20*	**24**	**60**	**10**	**160**	**120**	**250**	**200**	**220**	**350**
25	30	70	13	125	150	300	250	275	425

* Epruvetă normală

Tabela 2

Epuvrete plate pentru încercarea la tracțiune
STAS 200—52



Dimensiuni în mm

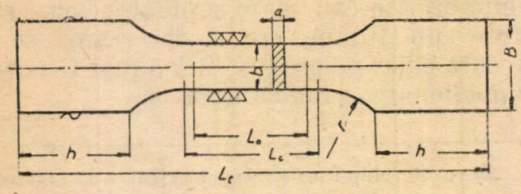
a_0	b_0	$B \approx$	h	r	S_0 mm²	Epruv. scurtă $L_0 = 5{,}65\sqrt{S_0}$			Epruv. lungă $L_0 = 11{,}3\sqrt{S_0}$		
						L_0	L_c	L_t	L_0	L_c	L_t
5	10	15	30	20	50	40	50	140	80	90	18(
5	16	22	30	20	80	50	65	155	100	115	20[illegible]
6	20	27	50	25	120	60	80	210	120	140	27(
7	22	29	50	25	154	70	90	220	140	160	299
8	25	33	60	30	200	80	105	260	160	185	34(
10	25	33	60	30	250	90	115	275	180	205	36(
10	**31**	**10**	**70**	**30**	**310**	**100**	**130**	**300**	**200**	**230**	**40**
12	26	34	70	35	312	100	125	300	200	225	40(
15*	30	40	70	35	450	120	150	325	240	270	44[illegible]
18	30	40	70	35	540	130	160	335	260	290	465

* Epruvetă normală.

BUDAPEST

Tabela 4

Epruvete pentru încercarea la tracțiune a tablelor subțiri
STAS 2649—51



Dimensiuni în mm. r = 35

a	L_t	L_c	L_o	b	h	B ≈
sub 0,2	140	30	20	15	40	20
0,2 la 0,5	150	40	30			
0,5 la 2,0	190	60	50	20	50	30
2,0 la 5,0	220	90	80			

c) Pregătirea epruvetei pentru încercare cuprinde înainte de toate examinarea aspectului exterior. Orice epruvetă cu defecțiuni vizibile se îndepărtează. Se determină prin măsurări dimensiunile precise ale epruvetei, iar valorile obținute se introduc într-o fișă. Se marchează distanța între repere împărțind-o în distanțe egale. Operația de divizare se poate executa manual sau, cu precizie mult mai mare, prin folosirea aparatelor de divizat. Divizarea este absolut necesară pentru ca să se poată determina alungirea în cazul cînd ruperea epruvetei se produce în afara treimei mijlocii a porțiunei calibrate. Felul în care trebuiesc executate aceste diviziuni se vede în figura 11 (conf. STAS 200-52).

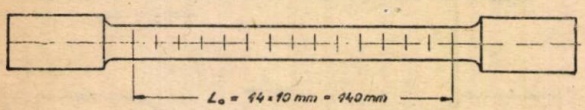


Fig. 11

După ce operațiile anterioare au fost executate, epruveta se montează în mașină.

d) Executarea încercării se face prin aplicarea lentă a forței necesare pentru deformarea respectiv ruperea epruvetei. Încărcarea se face cu viteza prescrisă. Mărimea forțelor se citește direct la dinamometrul mașinei.

e) Interpretarea rezultatelor încercării se face după ce epruveta ruptă se scoate din mașină. Se măsoară lungimea finală între repere (pe bucățile rupte așezate cap în cap) și se introduce în fișă împreună cu valoarea forței citită la curgere și la rupere. Tot în fișă se introduc valorile ce se calculează cu ajutorul mărimilor inițiale și finale precum și aspectul probei și eventuale observații în timpul încercării. Un model de fișă, care cuprinde date necesare pentru încercarea statică la tracțiune, arată ca cea din tabela IV.

Tabela IV

Fișă pentru încercare statică la tracțiune. STAS 200—52

INTREPRINDEREA

Nr. crt.	Numărul probei	Material	Rez. apreciată la rupere Kgf/mm²	Diametrul d_o mm	Grosime a_o / lățime b_o mm	Secțiunea S_o mm²	Lungimea între repere L_o mm	Scara de lucru a mașinei O_2 tof.	Sarcina la curgere P_c Kgf.	Sarcina la rupere P_{max} Kgf.	Lungimea la rupere L_u mm	Diametrul la rupere d_u mm	Gros. rup. sa lăț. rup. b_u mm	Limita la curgere σ_o Kgf/mm²	Rezistența la rupere σ_r Kgf/mm²	Alungirea relativă δ_5 %	Alungirea relativă δ_{10} %	Gîtuirea la rupere ψ %	Durata de încărcare până la P_c sec	Creșterea medie a sarcinei Kgf/mm² / sec	Locul ruperii *	Aspectul ruperii	Observații
1	652A	Brz.	15	18	—	216	90	5	—	3500	94	—	—	—	16,1	4,4	—	—	—	—	A		
2																							
3																							
4																							
5	232/15	Ol	50	20	—	314	100	30	8900	16400	123	—	—	28,2	52,0	23	—	—	38	0,75	M		
.																							
.																							

*) M = ruperea în mijlocul epruvetei A) = ruperea în afara treimei (resp. cincimei) medii.

Executat la : mașina Nr. ..... data ..... Semnătura .....

Observaţii şi propuneri în legătură cu revizuirea standardului 2933—51 „Măsuri şi aparate de măsurat. Terminologie"

Ing. GH. IVANOVICI

Ввиду предстоящего пересмотра стандарта 2933-51 на „Меры и измерительные приборы. Терминология", автор статьи предлагает изменение некоторых терминов и определений, а также внедрение новых терминов.

★

A l'occasion de la revision du standard d'état No. 2933-51 „Mesures et instruments de mesure. Terminolgie", l'auteur propose la modification de certains termes et définitions, ainsi que l'introduction de termes nouveaux.

Intr-un articol precedent*), intitulat „Cîteva considerente şi propuneri în legătură cu modificarea standardului 2810—51 „Măsuri-tip şi aparate de măsurat-tip. Terminologie", am insistat asupra necesităţii înţelesului univoc pe care trebuie să-l aibă definiţiile termenilor standardizaţi, precum şi asupra exactităţii lor.

Sînt însă cazuri, şi acesta este şi cazul standardului 2933—51 „Măsuri şi aparate de măsurat. Terminologie", în care, în afara modificărilor de adus, sînt necesare şi unele completări de termeni care lipsesc, a căror importanţă, şi deci necesitate de cuprindere în standard, a fost constatată ulterior apariţiei standardului.

Standardul 2933—51 are o deosebită importanţă din punct de vedere metrologic, deoarece fundamentează înţelesul termenilor utilizaţi în ştiinţa şi tehnica măsurărilor. Este deci cazul ca acum cînd este supus revizuirii, să i se acorde un interes deosebit, pentru ca standardul nou să fie cît mai corespunzător.

Standardul 2933—51 cuprinde termenii metrologici împărţiţi în cinci grupe distincte şi anume :

— Categorii de mijloace de măsurat.
— Citire şi elemente de citire.
— Valori, indicaţii, erori şi corecţii.
— Caracteristicele mijloacelor de măsurat.
— Operaţii metrologice.

O sumară examinare a modului cum s-a făcut cuprinderea termenilor metrologici în aceste cinci grupe duce la concluzia că într-adevăr subîmpărţirea este bine făcută şi că nu există termeni care să nu poată fi cuprinşi în vreuna din aceste grupe.

Se va examina pe rînd conţinutul fiecărei grupe insistîndu-se numai asupra termenilor metrologici necesari dar necuprinşi, precum şi asupra modificărilor ce trebuie aduse la unele denumiri, definiţii sau noţiuni.

I. Categorii de mijloace de măsurat

1. Noţiunea termenului „mijloace de măsurat", definită ca fiind „substanţele, corpurile, instalaţiile etc., care servesc la compararea mărimii de măsurat cu unitatea de măsură" nu ni se pare suficient de clară. Într-adevăr, în operaţia de măsurare servesc — ca utilaje auxiliare — o serie întreagă de corpuri sau instalaţii ca de exemplu : suporţi, măsuţe, plăci plane, dispozitive de fixare, de apropiere, etc., care nu au nimic comun cu sensul noţiunii, dar care totuşi „servesc" la măsurare, adică ajută la efectuarea comparării.

Pe de altă parte, expresia „compararea mărimii de măsurat cu unitatea de măsură" nu reprezintă sensul exact, întrucît scopul măsurării nu este „compararea cu unitatea de măsură" ci „evaluarea cantitativă", adică obţinerea „valorii mărimii de măsurat".

Propun următoarea definiţie :

Mijloace de măsurat sînt substanţele, corpurile, instalaţiile, etc. prin care se evaluiază (cantitativ) valoarea mărimii de măsurat.

2. Subîmpărţirea mijloacelor de măsurat numai în „măsuri" şi „aparate de măsurat sau instrumente de măsurat", nu este corectă, întrucît această subîmpărţire nu cuprinde „substanţele-măsură" şi nici „instalaţiile de măsurat" care sînt cuprinse în noţiunea „mijloace de măsurat".

Definiţia termenului „măsuri", „care materializează unitatea de măsură, unul sau mai mulţi multipli sau submultipli ai acesteia", nu este completă, întrucît sînt şi unele măsuri care materializează numai fracţiuni de uni-

*) Metrologia Aplicată, nr. 7 — 1956

tăți, de multipli sau submultipli (cale, calibre, etc).

Definiția „aparate de măsură, care servesc la compararea directă a mărimii de măsurat cu măsura" este confuză. Unde este „măsura", adică materializarea... etc., de exemplu în cazul manometrelor sau aparatelor electrice de măsurat?

Pentru îndepărtarea acestor neajunsuri propun următoarea redactare:

Mijloacele de măsurat se împart în:

a) *Măsuri*, care materializează o valoare oarecare a unei mărimi, egală cu unitatea de măsură, cu unul sau mai mulți multipli, submultipli sau fracțiuni din aceștia.

Exemple: cală plan-paralelă, calibru, riglă de măsurat, litru, bobină de rezistență, condensator.

b) *Aparate de măsurat* sau *instrumente de măsurat*, cu care prin intermediul unui fenomen fizic sau corelație între fenomene fizice, se evaluează (cantitativ) valoarea mărimii de măsurat.

Exemple: termometru, manometru, ampermetru,

c) *Instalații de măsurat* sau *montaje de măsurat* sînt asocierile de măsuri și aparate de măsurat după o schemă de montaj sau într-o ordine prestabilită.

Exemple: punte cu fir, punte potențiometrică, instalație pentru verificarea transformatoarelor electrice de măsurat.

d) *Substanțe-măsuri* sînt substanțele care, în anumite condiții, au unele caracteristice constante în raport cu care se măsoară caracteristicele de același fel ale altor corpuri.

Exemple: lichide cu densitate cunoscută, sulf pentru definirea punctului 446,6°C, acid benzoic pentru definirea unității de cantitate de căldură.

Împărțirea măsurilor și aparatelor de măsurat în „măsuri-tip și aparate de măsurat-tip" și „măsuri de lucru și aparate de măsurat de lucru", trebuie pusă în acord cu standardul 2810—51 revizuit.

Actualul paragraf 4 din standardul 2933—51 privind împărțirea măsurilor-tip și aparatelor de măsurat-tip în două grupe trebuie să dispară, întrucît prin standardul 2810—51 revizuit, acestea formează o singură grupă, „măsuri-etalon și aparate de măsurat-etalon".

Propun ca actualul paragraf 3 să capete următoarea redactare:

„Măsurile și aparatele de măsurat" se împart în:

a) *Măsuri-etalon* și *aparate de măsurat-etalon*, (STAS 2810—51 revizuit), care servesc la reproducerea și păstrarea unităților de măsură cu precizie metrologică, precum și la compararea, verificarea sau reglarea celorlalte măsuri și aparate de măsurat.

b) *Măsuri de lucru* și *aparate de măsurat de lucru*, care servesc pentru măsurări curente.

În continuare, pentru ușurința urmăririi termenilor vom păstra numerotarea lor din standardul 2933-51.

5. Măsurile și aparatele de măsurat de lucru, după cum arată standardul pot fi de „laborator" și „tehnice". Considerăm că în loc de „tehnice" ar fi mai potrivită denumirea „de atelier", întrucît această clasificare pare să fi fost făcută „după destinația" acestor mijloace de măsurat.

La punctul 6, care clasifică măsurile „după felul lor", criteriul de clasificare nu este clar exprimat. De care fel e vorba? De felul formei, de felul materialelor din care sînt construite, de felul sau de valorile mărimilor materializate? Mai sînt încă multe alte „feluri" care pot particulariza între ele măsurile.

Termenii menționați în standard și anume „măsuri cu valoare unică", „măsuri cu valori multiple" și „măsuri convenționale", prin noțiunile ce li s-au atribuit arată că este vorba de „felul valorii mărimii materializate". Corect ar fi deci ca acest criteriu să se intituleze „după felul valorii mărimilor materializate".

Cu excepția celor semnalate, sînt de acord cu termenii și noțiunile atribuite în paragraful 5 și 6 din standard. Nu-și găsește însă locul în acest paragraf termenul „substanțe-măsuri", întrucît a fost introdus la paragraful 2, unde se face clasificarea mijloacelor de măsurat.

7. „Serii de măsuri" sînt definite în standard ca fiind „ansamblurile de măsuri care folosite individual sau asociate indică o succesiune de valori, în trepte convenite, ale unei mărimi între limite date". Deși corectă, definiția ni se pare puțin greoaie. S-ar putea înlocui cu:

„*Serii de măsuri* sînt ansamblurile de măsuri care materializează diferite valori ale unei mărimi de măsurat, între anumite limite."

Exemple: serie de greutăți, de cale plan-paralele, de rezonatori, cutie de rezistențe.

8. Aparatele de măsurat sînt înșiruite în standard fără a se arăta criteriul de clasificare, ceeace produce încurcături în lucrările de tipizare, întrucît înșiruirea așa cum este făcută nu scoate în evidență particularitățile fundamentale prin care un aparat se deosebește de altul. Astfel, un aparat de măsurat poate fi în același timp un aparat indicator, înregistrator sau integrator, cu manipulare sau fără, sau poate fi un aparat cu indicarea valorii la locul de măsurare sau transmiterea acesteia la distanță.

Această problemă a mai fost dezbătută într-un articol *), astfel încît numai insist asupra ei.

Remarc numai faptul că principalele criterii, după care particularizarea aparatelor între ele apare cel mai evident, sînt două și anume:

— *Mărimea fizică de măsurat.* În cadrul acestui criteriu aparatele se pot împărți: după principiul de construcție, după sistemul în care principiul a fost realizat, după tipul, adică după modul de rezolvare a sistemului, după variantele de tip și însfîrșit după modele, care se deosebesc între ele prin detalii de construcție, de formă, de materiale, etc.

— *Modul de obținere a valorii mărimii măsurate.* Pe baza acestui criteriu aparatele se pot grupa în diferite categorii, după semnificația termenului „obținere", considerată din următoarele puncte de vedere: al determinării valorii mărimii măsurate, al intervenției operatorului, al rolului aparatelor de măsurat pe care îl îndeplinesc în afară de măsurarea mări-

*) Metrologia Aplicată nr. 4 — aprilie 1955, pag. 33—38 „Tipizarea măsurilor și aparatelor de măsurat".

mii, al locului unde se obține valoarea mărimii de măsurat.

Remarc faptul că cel de al doilea criteriu și anume „modul de obținere a valorii mărimii măsurabile", poate fi de fapt inclus în primul criteriu și anume la stabilirea tipurilor sau variantelor de tip.

Fără a mai intra în alte detalii explicative, redau mai jos propunerea cu privire la redactarea paragrafului privind aparatele de măsurat:

Aparatele de măsurat se clasifică după următoarele criterii:

A. *După mărimea fizică de măsurat*

Exemple: Aparate de măsurat presiunea (manometre), aparate electrice de măsurat etc.

În cadrul acestui criteriu aparatele se pot grupa după:

a) *principiu de construcție*;

Exemple: aparate de măsurat presiunea (manometre) bazate pe măsurarea deformațiilor elastice ale materialelor sub acțiunea presiunii de măsurat, aparate electrice de măsurat bazate pe acțiunea între curenți și magneți.

b) *sistem* (mod de realizare a principiului);

Exemple: manometre cu element elastic, voltmetre electromagnetice, voltmetre electrodinamice, voltmetre magnetoelectrice.

c) *tip* (mod de rezolvare a sistemului);

Exemple: manometre cu tub curbat, manometre cu membrană, manometre cu burduf, voltmetre magnetoelectrice de tablou, voltmetre magnetoelectrice de masă.

d) *variantă de tip*;

Exemple: manometre cu tub curbat simplu, manometre cu tub curbat spiral, manometre cu tub curbat elicoidal, ampermetre magnetoelectrice de masă cu shunt interior, ampermetre magnetoelectrice de masă cu shunt exterior.

B. *După modul de obținere a valorii mărimii de măsurat*, din următoarele puncte de vedere:

a) din punct de vedere al determinării valorii mărimii măsurate:

— *aparate comparatoare*, care servesc la compararea a două mărimi între ele sau la determinarea mărimii de măsurat prin compararea ei directă cu una sau mai multe mărimi de aceeași speță.

Exemple: comparatoare de lungimi, balanțe cu mase, manometre cu greutăți, fotometre cu surse etalon.

— *aparate indicatoare*, care indică valoarea mărimii de măsurat pe o scară gradată.

Exemple: balanțe cu cadran, voltmetre, ampermetre, termometre, densimetre.

— *aparate înregistratoare*, care înscriu valorile succesive ale mărimii de măsurat.

Exemple: barografe, termografe, manometre înregistratoare.

— *aparate integratoare*, care indică valoarea totală a unei mărimi printr-o operație de însumare a valorilor parțiale.

Exemple: apometre, contoare electrice, contoare de gaze.

b) *Din punct de vedere al intervenției operatorului*:

— *aparate cu citire directă*, care odată aduse în condiții de funcționare indică valoarea mărimii de măsurat fără alte manipulații.

Exemple: termometre, balanțe cu cadran, ampermetre, contoare electrice, barografe.

— *aparate cu manipulare*, care odată aduse în condiții de funcționare normală necesită la fiecare măsurare o manipulare suplimentară pentru obținerea citirii corecte.

Exemple: microscoape de măsurat, aparate cu vernier, aparate cu șurub micrometric.

c) *Din punct de vedere al rolului aparatelor de măsurat pe care îl îndeplinesc în afară de măsurarea mărimii*:

— *aparate de reglare*, care reglează cu ajutorul unor dispozitive un proces oarecare, în funcție de anumite valori ale mărimi de măsurat.

Exemple: regulatoare termice, regulatoare de presiune, regulatoare de nivel.

— *aparate automate de sortare*, care efectuează sortarea pieselor în cazul fabricării în masă.

Exemple: automate de sortare după lungime, automate de sortare după greutate.

d) *Din punct de vedere al locului unde se obține valoarea mărimii de măsurat.*

— *aparate cu acțiune locală*, care indică, însumează sau înregistrează valoarea mărimii de măsurat la locul unde se efectuează măsurarea.

Exemple: balanțe, ampermetre, densimetre.

— *aparate de măsurat la distanță*, care prin ajutorul unor dispozitive sau legături transmit la distanță rezultatele măsurării.

Exemple: Pirometre cu termocuplu.

Observație. Toate clasificările făcute potrivit criteriului privind modul de obținere a valorii mărimii măsurate pot fi cuprinse în clasificarea după criteriul mărimii fizice de măsurat, putînd constitui tipuri sau variante de tipuri în acea clasificare.

Termenul „serii de aparate de măsurat" este bine definit. Nu s-au dat însă exemple. Propun următoarele exemple: serie de densimetre, serie de micrometre.

II. Citire și elemente de citire

Termenii din această grupă cuprinși de standard sînt bine aleși și bine definiți. Lipsesc însă o serie de termeni care trebuie neapărat introduși și anume:

Dispozitiv indicator, dispozitiv care indică, sub o formă perceptibilă, rezultatele măsurărilor efectuate cu aparatul de măsurat.

Dispozitivul indicator poate fi:

— simplu, dacă rezultatul măsurării este obținut prin cetire directă în dreptul indicelui;

— parțial, dacă este prevăzut cu un dispozitiv de punere la zero care poate conserva parte din rezultatele măsurărilor consecutive;

— cu totalizator, dacă este prevăzut cu un dispozitiv fără aducere la zero care dă totalul indicațiilor;

— cu predeterminator, dacă permite oprirea măsurării cînd rezultatul atinge o valoare fixată dinainte;

— înregistrator, dacă trasează o curbă, continuă sau prin puncte, care permite a se urmări variațiile mărimii de măsurat în funcție de un parametru oarecare și de a păstra, dacă acest parametru este timpul sau variază cu timpul, o înscriere a indicațiilor succesive date de aparatul de măsurat.

Cadran, suprafața fixă sau mobilă, pe care se află scara gradată. Cînd cadranul este cilindric sau tronconic, se numește tambur gradat.

Repere, semne trasate pe scara gradată și care separă între ele diviziunile.

Cifrare, șirul de numere înscrise în dreptul reperelor de-a lungul scării gradate.

III. Valori, indicații, funcționare, erori și corecții

Termenii cuprinși în această grupă sînt în general bine definiți, cu excepția cîtorva, cărora le este necesară îmbunătățirea conținutului noțiunilor, fără a necesita însă modificări de fond.

Gruparea trebuie completată cu mulți termeni care, deși actualmente sînt des întrebuințați, totuși noțiunea lor nu este înțeleasă totdeauna univoc, astfel încît este necesară fixarea sau precizarea lor prin standard.

Ca o observație de amănunt, subliniez faptul că subgruparea separată a termenilor referitori

la măsuri, de termenii referitori la aparatele de măsurat, nu este necesară, întrucît prin însăşi denumirile termenilor se scoate suficient în evidenţă că ei se referă fie la măsuri, fie la aparate de măsurat. Datorită acestei subîmpărţiri termenii noi care trebuie introduşi şi care se referă în acelaşi timp şi la măsuri şi la aparate de măsurat, ar trebui să fie repetaţi la ambele subgrupări.

Pentru uşurinţa urmăririi în vederea sugestiilor şi observaţiilor referitoare la eventuale îmbunătăţiri, redau mai jos propunerea cu privire la redactarea acestei grupe:

Valori, indicaţii, erori şi corecţii.

Valoarea efectivă a unei măsuri sau a unei mărimi este valoarea determinată cu ajutorul unei măsuri etalon sau a unui aparat de măsurat etalon.

Valoarea nominală, este valoarea înscrisă pe măsură şi care uneori este valabilă numai în condiţii speciale.

Indicaţia, este valoarea mărimii măsurate, rezultată din înmulţirea cetirei cu constanta aparatului.

Constanta aparatului este valoarea raportului dintre valoarea mărimii de măsurat şi numărul cetit pe scara gradată, diagramă, etc., în dreptul ind celui, la care valorile diviziunilor reprezintă direct valorile mărimilor de măsurat, în cazul aparatelor de măsurat, constanta aparatului este 1.

Limita superioară de măsurare a unui aparat de măsurat este valoarea mărimii de măsurat deasupra căreia rezultatele măsurărilor făcute cu aparatul de măsurat pot fi atinse de o eroare superioară erorii maxime tolerate. În cazul aparatelor de cîntărit se numeşte *sarcină maximă* sau *încărcare maximă.*

Limita inferioară de măsurare a unui aparat de măsurat este valoarea mărimii de măsurat sub care rezultatele măsurărilor pot fi atinse de o eroare superioară erorii maxime tolerate. În cazul aparatelor de cîntărit se numeşte *sarcină minimă* sau *încărcare minimă.*

Domeniu de măsurare sau *întindere de măsurare* este diferenţa între limita superioară şi cea inferioară de măsurare, iar în cazul aparatelor de cîntărit, este diferenţa între sarcina maximă şi sarcina minimă.

Debit maxim (sau minim) este valoarea debitului deasupra căruia (sau sub care) rezultatele măsurărilor făcute cu aparatele de măsurat debitele pot fi atinse de o eroare superioară erorii maxime tolerate.

Cadenţă maximă (sau minimă) este numărul de măsurări în unitatea de timp deasupra căruia (sau sub care) rezultatele măsurărilor făcute cu aparatul de măsurat pot fi atinse de o eroare superioară erorii maxime tolerate.

Ciclu de funcţionare este ansamblul de mişcări consecutive ale unui aparat de măsurat cu funcţionare continuă la finele cărora toate organele aparatului, în afară de dispozitivul indicator, îşi reiau pentru prima dată poziţia pe care o aveau în momentul iniţial.

Eroarea (sistematică) a valorii măsurării este diferenţa între valoarea efectuată şi valoarea nominală a măsurii.

Observaţie. La măsuri cu valoare mică, eroarea valorii măsurii se mai numeşte *eroarea măsurii.*

Eroarea (sistematică) a indicaţiei aparatului de măsurat este diferenţa dintre indicaţia aparatului şi valoarea efectivă a mărimii măsurate.

Eroarea relativă a măsurii este raportul dintrea eroarea şi valoarea nominală a măsurii.

Eroarea relativă a indicaţiei aparatului este raportul dintre eroarea indicaţiei aparatului şi valoarea efectivă a mărimii măsurate.

Erorarea de paralaxă este eroarea care rezultă cînd indicele nu este în suprafaţa cadranului şi vizarea nu este perpendiculară pe acea suprafaţă.

Corecţia valorii măsurii este eroarea valorii măsurii luată cu semn schimbat.

Observaţie. La măsuri cu valoare unică, corecţia valorii măsurii se mai numeşte corecţia măsurii.

Corecţia indicaţiei aparatului de măsurat este eroarea indicaţiei luată cu semn schimbat.

Observaţie. La măsuri cu valoare unică, corecţia valorii măsurii se mai numeşte corecţia măsurii.

Coeficientul de corecţie este numărul cu care trebuie înmulţită indicaţia pentru a obţine valoarea efectivă a mărimii măsurate.

Eroarea tolerată sau *toleranta* unei măsuri, respectiv a unui aparat de măsurat, este eroarea valorii măsurii, respectiv a indicaţiei aparatului de măsurat, admisă de prevederile unui standard de stat, ale unei instrucţiuni de verificare sau ale unei norme interne etc., această eroare se notează cu semnele $\pm$ puse înaintea sa, cu unul din aceste semne dacă se referă numai la valori pozitive, respectiv negative.

Clasa de precizie este categoria căreia îi aparţine toate măsurile respective toate aparatele de măsurat prezentînd acelaşi grad de precizie. La măsuri, clasa de precizie se stabileşte prin erorile tolerate la valoarea nominală. La aparatele de măsurat clasa de precizie reprezintă eroarea procentuală d.n limita superioară de măsurare.

Coeficientul de temperatură este variaţia relativă a valorii măsurii, respectiv a indicaţiei aparatului de măsurat, corespunzătoare unei variaţii de temperatură de 1°C.

Observaţie. Variaţia de temperatură se măsoară cu un termometru aşezat în interiorul măsurii, respectiv al aparatului de măsurat, dacă posedă un dispozitiv pentru aşezarea termometrului, sau în mediul înconjurător, dacă un asemenea dispozitiv lipseşte.

Formula de temperatură este relaţia care exprimă dependenţa de temperatură a valorii măsurii sau a indicaţiei aparatului de măsurat.

Observaţie. Coeficientul şi formula de temperatură se stabilesc în raport cu temperatura normală STAS 1033—50 şi STAS 1665—50.

Ajustarea unei măsuri respectiv *a unui aparat de măsurat* este operaţia prin care acţionînd printr-o modificare cu caracter permanent asupra măsurii, respectiv asupra unor organe ale aparatului de măsurat, se urmăreşte obţinerea unor valori respectiv indicaţii, cît mai juste.

Tarare este un ansamblu de operaţii făcute în vederea, stabilirii valorii diviziunilor sau a constantei aparatului.

Observaţie. Cu ajutorul tărării se stabileşte corespondenţa dintre citiri şi indicaţii şi se poate trasa curba de tarare, la care una din coordonate e cetirea cealaltă fiind indicaţia.

Calibrare este operaţia de verificare a tărării în vederea determinării erorilor respective.

Observaţie. La calibrare se compară direct numai una din indicaţii sau una din măsurile care formează o serie, valoarea ei corectă servind drept valoarea de referinţă pentru celelalte indicaţii, respectiv pentru celelalte măsuri din serie.

IV. Caracteristicile mijloacelor de măsurat

Titlul dat acestei grupe este impropriu, întrucît nu sînt cuprinse caracteristicile tuturor mijloacelor de măsurat, ci numai ale măsurilor şi aparatelor de măsurat. În consecinţă el trebue modificat în acest sens şi anume titlul trebuie să fie „Caracteristice" pentru a fi în concordanţă cu titlurile date celorlalte grupe.

În ceea ce priveşte cuprinderea termenilor, observăm că nu sînt cuprinşi termenii privind caracteristicile tehnice şi lipsesc şi o parte din termenii privind caracteristicile metrologice. Redau mai jos propunerile cu privire la redactarea acestei grupe.

CARACTERISTICI

Caracteristice sînt toate particularităţile care fac să se deosebească între ele măsurile şi aparatele de măsurat. Caracteristicele se împart în caracteristice tehnice (care pentru măsuri sînt numai din punct de vedere al construcţiei iar pentru aparate de măsurat şi din punct de vedere al funcţionării) şi caracteristice metrologice.

Caracteristici tehnice de construcție sînt particularitățile de construcție ale unei măsuri sau ale unui aparat de măsurat referitoare la materiale, formă, dimensiuni și calitatea execuției.

Caracteristici tehnice de funcționare sînt particularitățile de funcționare, din punct de vedere mecanic, ale unui aparat de măsurat.

Stabilitatea este caracteristica tehnică de funcționare a unui aparat de măsurat de a nu fi influențat de alte fenomene fizice în afară de acela pe care se bazează construcția sa.

Constanța este caracteristica tehnică de funcționare a unui aparat de măsurat de a da indicații în funcție de valoarea acțiunii care provoacă variația fenomenului fizic pe care se bazează construcția aparatului.

Inerția este caracteristica tehnică de funcționare a unui aparat de măsurat constînd în întîrzierea cu care indicațiile echipajului său mobil urmează variațiile mărimii de măsurat, adică al acțiunii care provoacă variația fenomenului fizic pe care se bazează construcția aparatului.

Generalitatea este caracteristica tehnică de funcționare comună aparatelor de măsurat bazate pe același fenomen fizic și care pot fi înlocuite între ele în determinări similare.

Caracteristici metrologice sînt particularitățile unei măsuri sau aparat de măsurat care se referă numai la rezultatele pe care le putem obține în determinări, adică la atribuirea valorilor mărimilor de măsurat. Caracteristicele metrologice depind de caracteristicele tehnice.

Justețea este caracteristica metrologică a unei măsuri de a avea o valoare nominală apropiată de cea efectivă, respectiv a unui aparat de măsurat de a da indicații apropiate de valoarea efectivă a mărimii măsurate.

Observație. Justețea se determină cu ajutorul corecției valorii măsurii sau a indicației aparatului de măsurat și este cu atît mai mare cu cît această corecție este mai mică. Eroarea de justețe este o eroare sistematică.

Fidelitatea este caracteristica metrologică a unei măsuri respectiv a unui aparat de măsurat de a avea o variație cît mai mică.

Variația unei măsuri, respectiv a unui aparat de măsurat este diferența maximă dintre diferitele valori ale măsurii, respectiv dintre indicațiile aparatului de măsurat obținute la măsurarea aceleiași măsuri, în condiții exterioare identice.

Observație. Variația depinde de cauze proprii măsurii respectiv aparatului de măsurat, ca de exemplu : frecarea, îmbătrînirea, jocurile, etc.

Sensibilitatea este caracteristica metrologică a unui aparat de măsurat de a percepe cele mai mici variații ale mărimii de măsurat. Se exprimă prin raportul dintre deplasarea indicelui și variația mărimii de măsurat căreia îi corespunde acea deplasare.

Pragul de sensibilitate este cea mai mică variație a mărimii de măsurat care produce o deplasare perceptibilă a indicelui.

Impresionabilitatea este caracteristica metrologică a unui aparat de măsurat de a avea o inerție cît mai mică. Se exprimă prin raportul dintre variația mărimii de măsurat și timpul de acomodare necesar aparatului pentru a da indicația respectivă.

Precizia este caracteristica metrologică a unei măsuri respectiv a unui aparat de măsurat prin care se exprimă gradul de exactitate a rezultatelor unei măsuri. Precizia este apreciată prin eroarea limită sau una din erorile mijlocii conform STAS 2872—51 și pentru aparatele de măsurat este cu atît mai mare cu cît :

— aparatul este mai sensibil și are un prag de sensibilitate mai coborît ;
— siguranța citirei este mai mare ;
— aparatul este mai fidel ;
— aparatul este mai just.

V. Operații metrologice

Termenii cuprinși în această grupă, în număr de trei și anume „verificarea", „etalonarea" și „încercarea" sînt bine aleși. Definirea noțiunilor pe care le reprezintă trebuie însă pusă de acord cu modificările aduse standardului 2810-51. În același timp, apare necesară și definirea termenului „operații metrologice" precum și introducerea unor elemente suplimentare pentru mai buna înțelegere a noțiunilor pe care cei trei termeni le reprezintă. Propun pentru această grupă redactarea următoare :

OPERAȚII METROLOGICE.

Operații metrologice sînt operațiile bazate pe cea mai înaltă tehnică a măsurărilor prin care se asigură transmiterea unității de măsură dela etaloanele de ordin superior la cele de ordin inferior potrivit subordonării metrologice, precum și operațiile prin care se stabilesc sau se constantă dacă măsurile și aparatele de măsurat corespund prescripțiilor de calitate.

Etalonarea este ansamblul operațiilor prin care un etalon de ordin inferior se compară direct cu un etalon de ordin superior în vederea stabilirii erorii de justețe.

Verificarea este ansamblul operațiilor prin care se constată dacă măsurile și aparatele de măsurat de lucru corespund prescripțiilor legale pentru caracteristicele tehnice și metrologice.

Observație. Verificările se fac în conformitate cu prevederile din standardele de stat, instrucțiunilor de verificare ale Direcției Generale de Metrologie și în lipsa acestora, potrivit condițiilor impuse prin normele tehnice interne avizate de Direcția Generală de Metrologie.

Incercarea unei măsuri sau a unui aparat de măsurat este ansamblul operațiilor efectuate pentru determinarea caracteristicilor tehnice și metrologice și pentru studierea comportării măsurii, respective a aparatului de măsurat, față de acțiunea diferiților factori care pot influența condițiile normale de utilizare.

Observație. Încercările efectuate de Direcția Generală de Metrologie asupra unor măsuri sau aparate de măsurat destinate a deveni modele de fabricație, se numesc *încercări de stat.*

*
* *

NOTA REDACȚIEI. Dată fiind deosebita importanță pe care o are stabilirea terminologiei metrologice, este foarte util ca toți factorii interesați să-și spună cuvîntul.

In acest scop proiectul viitorului standard pe care-l va elabora Direcția Generală de Metrologie, va fi trimis într-o largă anchetă oficială.

Propunerile din articolul de față al tov. Ing. Gh. Ivanovici, pot constitui însă o bază de discuție pentru cititorii revistei care nu vor fi în posesia textului noului proiect de standard.

Rugăm pe cei cari au de făcut observații în legătură cu aceste propuneri să le trimită pe adresa revistei noastre spre a fi coordonate și transmise Direcției Generale de Metrologie.

Pe marginea unor cursuri de informare metrologică

Ing. MIOARA CONSTANTINESCU

Автор статьи отмечает важность нажимной силы приборов для измерения длины и указывает каким образом эта сила влияет на результаты измерений.

Описываются различные методы и обычно применяемые при создании нажимной силы приспособления.

★

L'auteur fait un court exposé sur les cours d'information métrologique qui ont eu lieu aux usines Zeiss-Yéna l'automne dernier et auxquels il a eu l'occasion de participer. En même temps, il présente quelques types d'appareils plus rarement rencontrés.

Una din cele mai mari uzine din lume pentru aparate optice de măsurat și mecanică fină, cu o tradiție de aproape 100 ani, este uzina C. Zeiss — Iena din Republica Democrată Germană. Ea prezintă în fiecare an inginerilor și tehnicienilor din diferitele ramuri industriale, noile aparate construite cum și întreaga producție de aparate de măsurat a uzinei.

Prezentarea acestor aparate este făcută prin cursuri de informare, cursuri organizate de diferitele sectoare ale uzinei.

Cursurile de informare, care durează în general două săptămîni, au scopul de a face cunoscute aparatele de măsurat și de a arăta celor ce participă la acest curs modul corect de lucru cu ele, erorile ce pot surveni dintr-o manipulare incorectă, precum și metodele de reglare a aparatelor înainte de începerea determinărilor.

Cei care urmează aceste cursuri audiază o serie de conferințe al căror subiect îl formează în general prezentarea din punct de vedere teoretic a unei grupe de aparate, a principiilor de construcție precum și a metodelor de lucru.

Conferințele sînt ținute la un nivel mediu necesitînd pentru a putea fi ușor urmărite, cunoștințe de bază de matematică și fizică. Ele nu au pretenția de a fi adevărate comunicări, ci numai aceea de a da unele noțiuni necesare celor ce lucrează cu aceste aparate.

Uneori conferințele sînt însoțite de proiecții și aceasta face ca înțelegerea modului de funcționare a unui aparat oarecare să fie mult mai ușoară.

Alternînd cu aceste conferințe sînt organizate o serie de lucrări practice care se fac de obicei într-un laborator special amenajat, în care sînt grupate aparatele ce au fost prezentate la conferințe.

La lucrările practice participanții la cursuri au posibilitatea de a lucra cu fiecare aparat în parte, reglînd și făcînd cîteva determinări sub conducerea unuia din inginerii de specialitate.

Rezultatul determinărilor cum și calculele aferente sînt trecute apoi în foi speciale de experiență, puse la dispoziția fiecărui participant, care sînt apoi controlate de conducătorul grupei.

Ar fi de menționat însă faptul că lucrările practice sînt făcute într-un timp relativ scurt, în după amiezile zilelor în care sînt ținute conferințele, aceasta făcînd uneori ca, din cauza oboselii, atenția să fie mai puțin încordată și rezultatele determinărilor să fie de precizie mai mică. Pe de altă parte, cei care sînt interesați în mod deosebit de modul de lucru cu un anumit aparat, nu au posibilitatea de a lucra timp mai îndelungat cu el și de a-și perfecționa metoda de lucru.

Pregătirea acestor lucrări practice, prin recapitularea noțiunilor dobîndite la conferințe, precum și rezolvarea prin calcul a unor probleme ce se pun în general celor ce lucrează cu aceste aparate, este făcută prin orele de seminar. La aceste ore fiecare participant este obligat să calculeze rezultatul determinărilor făcute de el, să traseze curbele, dacă acestea sînt necesare, să prezinte apoi cu corecțiile făcute, rezultatul final.

În vederea acestor seminarii se distribuie fiecărui participant în parte prelegerile ținute, precum și foile de experiență și calcul, fiecare știind mai dinainte ceea ce are de lucrat.

Aceste cursuri de informare prezintă un interes deosebit în special pentru tehnicienii întreprinderilor constructoare de aparate și pentru toți acei care lucrează cu ele fie în uzine, fie în laboratoare, dîndu-le astfel posibilitatea de a-și verifica metodele de lucru, prezentîndu-le aparatele nu numai sub raportul determinărilor ci și al construcției aparatului însuși.

Cei care cunosc în mică măsură principiile teoretice ce stau la baza construcției și măsurării cu aceste aparate, au posibilitatea să dobîndească cunoștințe noi, să-și explice unele fenomene ce intervin în timpul lucrului cu ele.

Conform unei vechi tradiții, astfel de cursuri de informare organizate de uzinele C. Zeiss-Iena s-au ținut și în toamna anului 1955. Ele au constat din prezentarea a trei categorii distincte de aparate de măsurat și anume : aparate de măsurat topometrice, aparate pentru măsurători tehnice de precizie și diferite feluri de microscoape.

* * *

La cursul de topometrie și fotogrametrie s-au prezentat o serie de aparate dintre care unele bine cunoscute celor care lucrează în măsurări de teren, arătîndu-se metodele moderne de lucru cu ele și preciziile de măsurare ce se pot obține.

Pentru măsurările de nivelment au fost prezentate două tipuri de nivele : unul din ele, de tip obișnuit, permițînd o precizie de $\pm$ 3 mm la un km, orizontalitatea aparatului fiind dată de o nivelă cu bulă de aer cu lectura prin coincidență ; celălalt, folosit în nivelmentul de precizie, poate aprecia 0,4 mm la un km cu ajutorul unei sticle plan-paralele cu mișcare micrometrică, fixată în fața obiectivului.

Din grupa aparatelor pentru măsurarea unghiurilor, takeometrul cu precizia de $\pm$ 15^{cc} este de tipul bine cunoscut, lansat de firma Zeiss cu mulți ani în urmă și perfecționat în mod permanent. Aparatul are cercuri de cristal iar lectura se face cu ajutorul unei lunete auxiliare montată alături de luneta de vizare.

Cu ajutorul acestui takeometru se pot face măsurări de teren cu rapiditate și precizie. Aparatul oferă și avantajele unei construcții robuste.

Din aceeași grupă a teodolitelor, un aparat recent construit de aceste uzine este teodolitul de secundă (fig. 1). Spre deosebire de tipurile obișnuite de astfel de instrumente, a căror lunetă

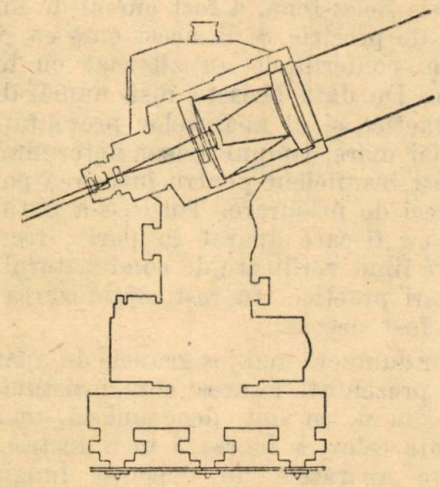


Fig. 1

este lungă, teodolitul de secundă are o lunetă suficient de scurtă. Acest lucru prezintă avantajul de a ocupa un spațiu redus și de a fi ușor transportabil. Pe de altă parte însă se știe că precizia unui teodolit este funcție și de lungimea traseului razelor luminoase în interiorul lunetei ; ori, o lunetă scurtă ar putea însemna și un drum scurt a razelor de lumină. Construcția deosebită a teodolitului de secundă a înlăturat acest inconvenient printr-un sistem de dublă reflexie a razelor de lumină ce intră în lunetă. Drumul razelor de lumină în interiorul lunetei este astfel suficient de mare permițînd să se obțină cu acest teodolit cea mai mare precizie pentru instrumentele din această categorie și anume $\pm$ 4^{cc}.

Teodolitul de secundă întrunește deci în mod fericit avantajele lunetelor cu focar lung, împreună cu acel al unui ancombrament foarte redus și cu mare luminozitate al instrumentelor cu focar scurt.

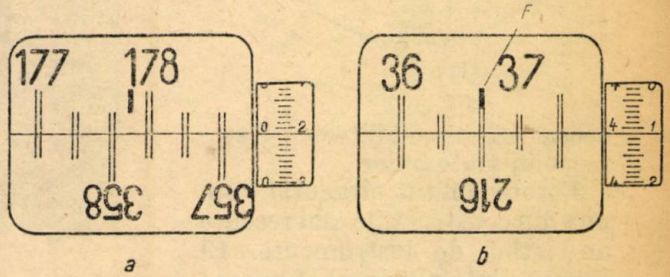


Fig. 2

Cu ajutorul lui se pot face măsuri de triangulații pînă la ordinul 2.

Citirea unghiului măsurat se face tot printr-o metodă de coincidență. Scara aparatului este cea din fig. 2 *a* și 2 *b*.

Cu ajutorul unui tambur micrometric se aduc la coincidență cele 2 imagini ale reperelor cercului divizat. Citirea gradelor se face la stînga reperului fix F, iar citirea minutelor rezultă din numărul de intervale a cîte 20 minute și semiintervale, de la ultima cifră din stînga reperului fix, pînă la acesta. În fereastra alăturată se citesc secundele.

Din citirea făcută pe fig. 2 *a* rezultă 177° 50'21", iar din 2 *b* rezultă 36°44'11".

Din categoria aparatelor pentru ridicările topografice au fost prezentate două aparate.

Primul este un teodolit autoreductor pentru mire verticale, cu precizia $\pm$ 15^{cc}. În fig. 3 este arătată imaginea mirei în cîmpul lunetei.

Curbele — 10 și — 20 reprezintă abacele de reducție ce se deplasează în cîmp odată cu înclinarea lunetei.

Din citirea din fig. 3 se obține următorul rezultat :

— distanța pe orizontală 0,476 × 100 = 47,6 m
— diferența de înălțime 0,702 × (-10) = — 7,02 m, sau
0,351 × (-20) = — 7,02 m

Cel de al doilea aparat din această categorie este tot un teodolit autoreductor, dar pentru mire orizontale. Precizia instrumentului este aceeași ca la teodolitul de mai înainte, acesta oferind în schimb și posibilitatea de a fi trans-

format în tachigraf, prin adaptarea unui dispozitiv ce transpune direct pe planşetă rezultatul măsurărilor.

O ultimă grupă de aparate prezentate la acest curs de topometrie şi fotogrametrie este

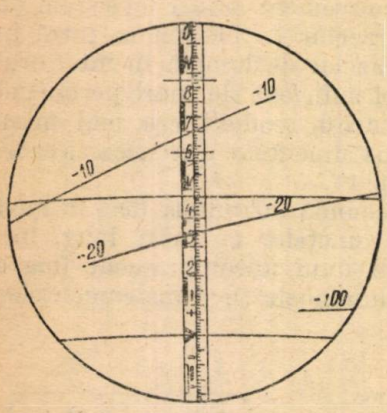


Fig. 3

aceea a fototeodolitelor şi stereocomparatoarelor.

Fototeodolitul prezentat este una din construcţiile mai recente de astfel de instrumente. El constă dintr-o cameră fotografică cu telemetru şi cu oblon metalic ce permite urcarea sau coborîrea obiectivului şi dintr-un teodolit propriu zis la care regăsim elementele caracteristice acestuia.

Instrumentul permite luarea clară a imaginilor de teren în orice condiţii de luminozitate. Timpul de expunere se poate stabili corect cu ajutorul unor tabele şi folosind un fotometru de orientare.

Placa fotografică se află închisă într-o casetă ce se fixează la spatele camerei fotografice. Pentru a asigura o poziţie corectă, fixarea se face în trei puncte de reazim.

Pentru a se putea obţine efectul stereoscopic, cu fototeodolitul se fac cîte două fotografii, şi anume pentru poziţia obiectivului la dreapta şi la stînga planului median. Fotografiile au dimensiunile 110 × 160 mm şi servesc la restituirea planului cu ajutorul stereoautografului (fig. 4).

Stereoautograful se bazează pe principiul stereoscopic, adică acela al obţinerii unei imagini în relief prin suprapunerea în ocular a celor două fotografii „pe dreapta" şi pe „stînga", fotografii ce sînt aşezate pe două plăci de sticlă *P* pe de o parte şi de alta a aparatului.

Punerea la punct a imaginii stereoscopice se face privind prin fiecare ocular separat şi încercînd să se obţină la început o imagine clară, evident nestereoscopică. Privind apoi simultan prin ambele oculare şi reglînd în mod convenabil distanţa dintre ele, se obţine imaginea stereoscopică a terenului asupra căruia se efectuează măsurările. Cu ajutorul unui reper luminos cu intensitate reglabilă, ce se poate deplasa atît pe orizontală şi verticală cît şi în adîncime, se urmăresc curbele de nivel ale terenului. În acest mod se poate repera un anumit punct de pe teren, sau trasa chiar curbele de nivel însăşi.

Printr-un sistem de transmisie, mişcările manetelor aparatului sînt transmise unui vîrf inscriptor, ce urmăreşte şi trasează curbele de

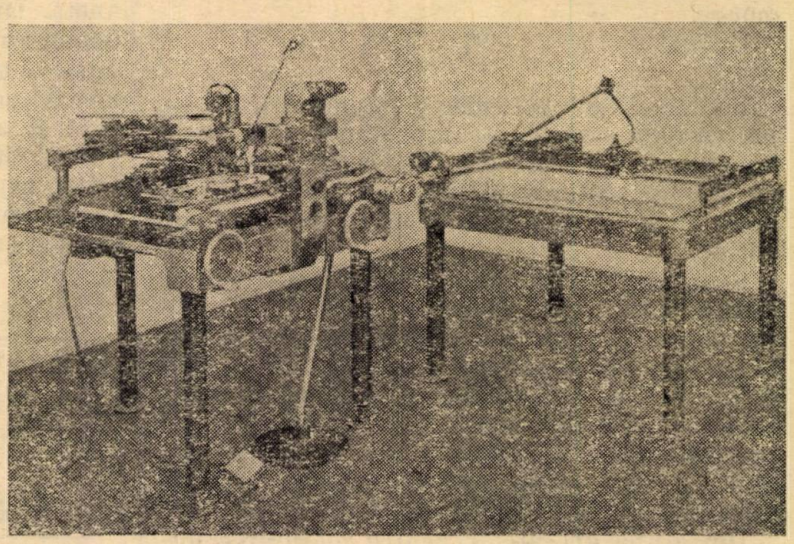


Fig. 4

nivel pe planşetă. Fixarea hîrtiei este făcută în mod ingenios, cu ajutorul unor plăcuţe de oţel de magneţi permanenţi fixaţi în planşetă.

Cu toate aceste grupe de aparate, din care s-au arătat aici cele ce prezentau ceva deosebit, s-au făcut determinări pe teren sau în laborator, după cum era cazul.

Cursurile s-au încheiat prin discuţii referitoare la materia predată în orele de curs şi în orele de lucrări practice.

* * *

Un alt curs, ţinut în aceeaşi perioadă la uzinele Zeiss-Iena, a fost cursul de măsurări tehnice de precizie. Şi la acest curs ca şi la cel dinainte, conferinţele au alternat cu lucrările practice. De data aceasta însă numărul lucrărilor practice şi al aparatelor prezentate fiind mult mai mare, timpul alocat determinrilor cu ele a fost insuficient pentru însuşirea pe deplin a tehnicei de măsurare. Totuşi s-a putut lucra şi aici cu fiecare aparat în parte, rezultatele obţinute fiind verificate de conducătorul grupei de lucrări practice. În rest, organizarea cursurilor a fost aceeaşi.

Se vor enumera mai jos grupele de aparate ce au fost prezentate la acest curs, insistînd numai asupra unora, ce sînt, deocamdată, mai puţin cunoscute celor ce lucrează în industrie.

Dintre aparatele de măsurat lungimi s-a lucrat cu :

1. Grupa de aparate comparatoare, ca : pasimetre, aparate pentru măsurat găuri mici, ortoteste cu valoarea diviziunii 1μ, optimetre cu proiecţie şi optimetre cu valoarea diviziunii 0,2 μ.

2. Grupa aparatelor de măsurat cu șurub micrometric, din care au făcut parte pe lîngă micrometrele cu diferite limite de măsurare și microscoapele de atelier și proiectorul de profile.

3. Grupa de aparate de măsurat ce utilizează rigle gradate. Din această grupă au fost prezentate aparatul de măsurat lungimi Abbe, mașina universală de măsurat lungimi cum și microscopul de măsurat universal.

O altă categorie mare de aparate este aceea a aparatelor pentru controlul unghiurilor și al rectilinității. Nu se va insista deloc asupra raportorului universal optic pentru măsurarea unghiurilor, sau a microscopului pentru scule folosit la măsurarea unghiurilor de dimensiuni reduse, aparate care sînt bine cunoscute în industrie.

În cazul în care suprafețele de referință ale piesei sînt separate în spațiu, se utilizează nivela de microscop.

Pentru determinarea unghiurilor diedre, se așează nivela cu microscop pe una din suprafețe, rotindu-se apoi în jurul unui ax vertical astfel încît să se indice unghiul de cea mai mare pantă. Operația se repetă și pentru cealaltă suprafață. Unghiul dintre cele două plane se determină printr-o diferență a înclinării celor două suprafețe față de suprafața orizontală. Precizia de măsurare cu acest aparat este de $\pm 1'$ considerînd că pe suprafața de măsurare se poate aplica perfect talpa nivelei.

Din grupa aparatelor pentru măsurarea unghiurilor de rotație, capul divizor optic servește la controlul uniformității diviziunilor unei scări gradate închise, cu o precizie foarte mare, precizie ce depinde de cercul divizat montat în aparat și de centrarea și stabilitatea lagărelor acestui cerc.

Pentru citirea unghiului, capul divizor optic este prevăzut cu un microscop cu grosisment de 50 ×. Aparatul folosește pentru citire o scară gradată cu două rînduri de diviziuni. Una în grade, cealaltă în minute și un vernier cu care se pot citi secundele.

Scara aparatului este iluminată electric și permite citirea prin ocularul microscopului sus amintit, care poate fi rotit în orice poziție, pentru comoditatea lecturii.

Pentru controlul coaxialității și al direcției, se folosesc aparate de tipul celor din fig. 5, care utilizează ca linie dreaptă de referință raza de vizare a unei lunete. Aparatul cuprinde în principiu o lunetă și o mîră, precum și numeroase accesorii.

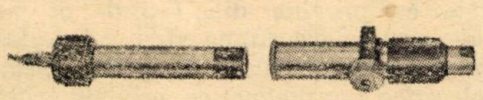


Fig. 5

În cazul în care se cer condiții de precizie mai mare, se folosește o lunetă de control, căreia i s-a atașat un compensator cu două lame plan-paralele.

O ultimă categorie de aparate, folosite în măsurările tehnice de precizie, este aceea a aparatelor pentru măsurarea filetelor și roților dințate.

Pentru măsurarea filetelor, în afară de metoda obișnuită cu trei sîrme, sînt binecunoscute la noi și micrometrele pentru filete cu o varietate suficient de mare.

În schimb însă, posibilitățile de măsurare ale roților dințate, care au fost pînă acum suficient de mici, fac necesar să se insiste asupra aparatelor care servesc pentru determinarea mărimilor caracteristice roților dințate ca: grosimea dintelui, pasul etc.

Aparatul Zeiss pentru controlul roților dințate (fig. 6) permite măsurarea pasului dintelui și a grosimii dintelui. La măsurarea completă

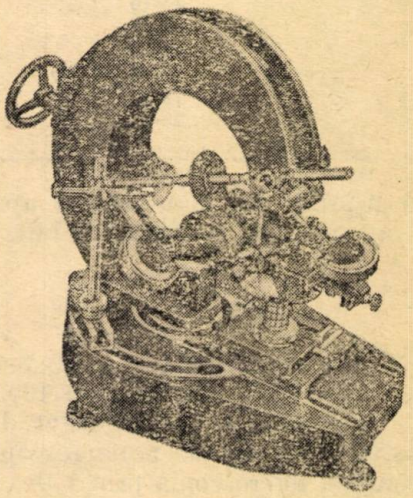


Fig. 6

a roții se notează numai indicațiile ortotestului, diferențele dintre două indicații succesive reprezentînd diferența de pas.

Cu același aparat se poate face și determinarea pasului de angrenare, rezultatele obținîndu-se în microni. La acest fel de măsurare rezultatul este independent de excentricitatea danturii.

Tot la măsurarea roților dințate folosesc și micrometrele optice și micrometrele cu pîrghie pentru roți dințate.

Printre încercările făcute asupra roților dințate este și aceea a controlului bătăii. Aparatul folosit pentru această determinare este un banc prevăzut cu 2 suporturi cu vîrfuri, citirea făcîndu-se pe un comparator cu cadran 1/100.

Toate determinările făcute cu aceste aparate au fost, ca și la cursul de topometrie, trecute în foile de experiență în care rubricile erau completate fie din determinări fie din calcul. Una din aceste foi de experiență pentru măsurarea roților dințate este cea din pag. următoare.

Cursul de măsurări tehnice de precizie a fost unul din cursurile cele mai bine organizate. În cadrul acestui curs a avut loc și vizitarea, poate prea superficială, a Uz. C. Zeiss, a atelierelor de asamblare și montare a aparatelor de măsurat.

Dacă cei ce au participat la aceste cursuri nu au putut, din cauza timpului prea scurt, să

Foaie de experienţă nr. 365

Exerciţiu: Măsurarea completă a unei roţi dinţate.
Aparatul: Aparatul Zeiss pentru controlul roţilor dinţate.
Accesori: Palpator radial, vîrf sferic $\varnothing = 0$
Incercare: Asupra roţii dinţate nr. 3 cu următoarele caracteristice:

$m = 5mm$; $z = 20$; $d_0 = 100$; $\alpha_0 = 20°$; $\beta = 45°$.

Temperatura: 20°C			
Golul dintelui	Citirea în μ pentru roata dinţată Nr. 3	Golul dintelui	Citirea în μ pentru roata dinţată Nr. 3
1/2		11/12	
2/3		12/13	
3/4		13/14	
4/5		14/15	
5/6		15/16	
6/7		16/17	
7/8		17/18	
8/9		18/19	
9/10		19/20	
10/11		20/1	

cîştige o uşurinţă în manipularea aparatelor, totuşi ei au reuşit să le cunoască bine.

* * *

Ultimul curs organizat de Uz. C. Zeiss-Iena, care a avut loc în toamna anului 1955, a fost cursul de microscopie. El a constat din două părţi distincte şi anume: microscopia prin transparenţă şi microscopia prin reflexie.

Prima parte a acestui curs se adresa biologilor şi chimiştilor ce lucrează în laboratoare. Cea de a doua parte se adresa inginerilor şi tehnicienilor metalurgişti.

Organizarea cursurilor a fost aceeaşi ca şi la celelalte două, cursul avînd ca scop principal cunoaşterea microscoapelor de laborator fabricate de uzină.

Dintre feluritele tipuri de miscoscoape prezentate la acest curs se vor trece în revistă cîteva dintre cele ce prezintă unele particularităţi.

Din grupa microscoapelor de laborator, stereomicroscopul, bazat pe acelaşi principiu al stereoscopiei, permite cercetarea diferitelor piese de dimensiuni foarte mici de exemplu rotiţe de ceasornice, sau cercetarea în laborator a calităţii fibrelor. Mărirea obţinută cu acest microscop este de 400 ×.

Un alt microscop — cu cameră fotografică — permite fotografierea preparatului ce se cercetează.

Pentru studiul structurii metalelor este folosit un microscop complex bazat pe principiul reflexiei luminii, denumit de Uzinele C. Zeiss, „Neophot". Cu ajutorul lui pot fi fotografiate metale cu o structură mai mare sau mai mică, prin schimbarea fotoobiectivului şi lucrînd fie în lumină albă fie în lumină polarizată.

Înlocuind obiectivul obişnuit cu un obiectiv special, ce are în centrul său o mică piramidă de diamant, microscopul este transformat într-un aparat pentru măsurarea durităţii. Dimensiunile reduse ale piramidei de diamant, precum şi faptul că ea se găseşte fixată la un obiectiv, permite încercarea durităţii într-un punct bine reperat, de exemplu la un anume cristal dintr-o fază a unui aliaj oarecare. Amprentele lăsate de vîrful piramidei pentru diverse valori ale apăsării sînt fotografiate şi pot fi măsurate.

În industria textilă este folosit curent şi microscopul cu proiecţie „Lanameter" la care s-au făcut recent cîteva modificări. El constă dintr-un postament metalic prevăzut cu ecran mat pe care se găsesc două scări gradate ortogonale.

Cu ajutorul unor tamburi micrometrici, cele două scări ortogonale se pot deplasa una faţă de cealaltă pe verticală şi orizontală, încadrînd astfel fibra de măsurat ce se proiectează pe ecran.

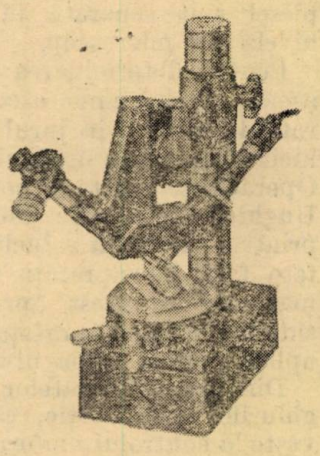


Fig. 7

Pentru controlul calităţii suprafeţei, a fost prezentat dublul microscop după prof. Schmaltz (fig. 7).

Principiul aparatului este următorul: un fascicol de lumină foarte fin şi bine delimitat atinge suprafaţa de controlat sub un unghi de incidenţă mare (fig. 8). Se obţin astfel efecte de umbră şi lumină care pun în evidenţă rugozităţile suprafeţei de cercetat. Măsurarea lor se face cu un al doilea microscop, cu micrometru.

Microscopul electronic este bazat pe principiul opticei electronice, analoagă opticei luminii,

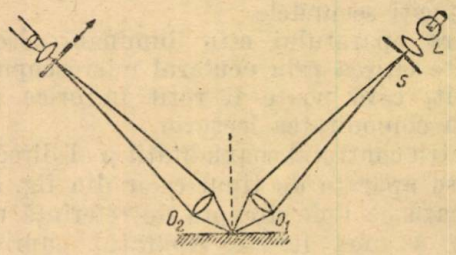


Fig. 8

analogie ce provine din faptul că ambele fascicole, atît cel electronic cît şi cel de lumină, se comportă la fel cînd trec, primul prin cîmpuri electrice sau magnetice, celălalt prin medii cu proprietăţi de refracţie diferite.

Obiectele ce trebuiesc mărite cu aceste microscoape electronice necesită o preparare specială şi foarte delicată. Această preparare formează obiectul unei tehnici aparte aşa după cum în microscopia biologică există o tehnică a colorării preparatelor.

Miscroscopul electronic Elmi D de fabricație Zeiss este un microscop modern de tip electrostatic cu o putere separatoare de 3 m μ și cu o mărire de 100.000 ori. Această mărire nu este atinsă numai pe calea opticei electronice ci și printr-un microscop auxiliar cu factor de mărire 5 ce realizează o mărire ulterioară, în lumină, a obiectului.

Microscopul electronic Zeiss permite formarea de imagini supramicroscopice a obiectelor transparente, în cîmp luminos și întunecat, cu o serie de trepte de mărire, cît și cu fotografierea imaginilor stereoscopice.

Toate comutările electrice și mecanice necesare, cît și înclinarea obiectivului pot fi făcute pe loc, fără întreruperea circuitului.

Imaginea optico-electronică se poate observa pe un ecran luminos, cu ajutorul microscopului auxiliar amintit, și, la alegere, se poate reține pe plăci sau filme.

Cu aceste calități pe care le are instrumentul Elmi D este adecuat atît ca miscroscop de cercetare cît și ca microscop de lucru pentru o manipulare rapidă.

* * *

Cursurile organizate de uzinele C. Zeiss-Iena în toamna anului 1955 și-au atins scopul. Deși s-au prezentat uneori aparate deja cunoscute, totuși și atunci s-au găsit lucruri noi de observat.

Conferințele, ale căror subiecte au fost interesante și legate de domeniul măsurărilor, au fost expuse de conferențiari — ingineri și tehnicieni competenți în domeniul respectiv — în mod clar și metodic, iar cunoștințele predate au fost bine sistematizate în cadrul seminariilor.

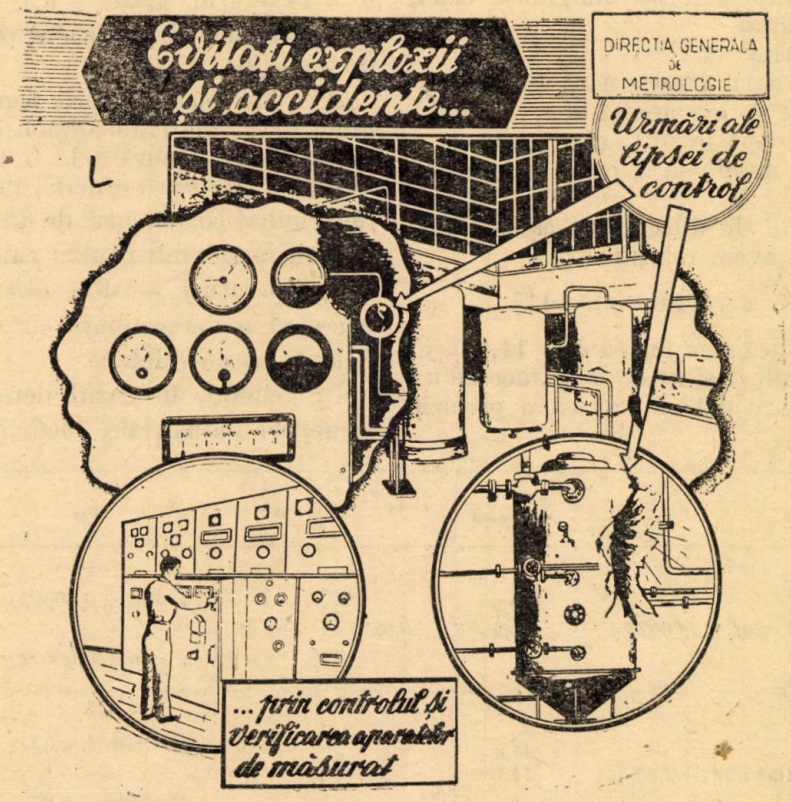
Distribuirea prelegerilor ținute fiecărui participant la curs a dat posibilitatea ca materialul predat să fie studiat imediat după conferințe, înaintea lucrărilor practice.

Sistemul de însoțire a conferințelor cu proiecții ca și acela al demonstrațiilor făcute pe marginea acestor conferințe, s-a dovedit a fi un sistem eficace și ușor de urmărit.

Modul de organizare a lucrărilor practice, posibilitatea de a lucra cu fiecare aparat în parte, a ajutat pe cursanți să lămurească unele probleme, să cunoască și să lucreze atît cu cele mai simple cît și cu cele mai complicate aparate de măsurat.

Cursuri de informare metrologică de felul celor de mai sus, s-au dovedit a fi utile și pentru tehnicienii noștri. Asemenea cursuri vor avea loc și la noi, în cadrul Ministerului Metalurgiei în colaborare cu Direcția Generală de Metrologie, probabil chiar în acest an.

Printr-o bună organizare, aceste cursuri vor reprezenta o adevărată informare metrologică a celor ce lucrează la controlul calității sau a celor ce lucrează în laboratoarele metrologice din țară.



Determinarea pe cale interferometrică a coeficientului de dilatare la calele plan-paralele

NICULINA — OANA GOTTWALD

Автор дает указания относительно одного из способов расчета коэффициента расширения плоско-параллельных плиток, причем он исходит из данных полученных при интерференционном измерении. В качестве наглядного примера приводится нахождение этого коэффициента для двух плиток, длины которых были определены интерференционным путем в лаборатории измерения длины при Метрологическом Институте

★

L'auteur indique une des méthodes de calcul pour déterminer le coeficient de dilatation des calibres étalons, ayant comme point de départ les données obtenues à la suite des mesures effectués par voie interférométrique. A titre d'exemple, on donne le coefficient obtenu pour deux calibre étalons dont les longueurs ont été déterminés par voie interférométrique dans les laboratoires de longueurs de l'Institut Métrologique.

O problemă de primă importanță care se pune în tehnica măsurătorilor interferometrice, pentru determinarea lungimii medii la calele plan-paralele, este problema cunoașterii coeficientului de dilatare.

Precizia cu care trebuie determinat acest coeficient d pinde atît de lungimea calei cît și de diferența dintre temperatura la care s-a făcut determinarea și temperatura de 20°C, temperatură la care trebuie referită lungimea calei, obținută experimental.

Într-adevăr, notînd cu :

L_t = lungimea calei determinată experimental la temperatura t°C. exprimată în μ.

L_{20} = lungimea calei la 20°C, exprimată în μ

L_0 = lungimea nominală a calei, exprimată în mm,

α = coeficientul de dilatare al calei exprimat în μ/m. grad, avem relația :

$$L_{20} = L_t + \alpha L_0 (20 - t). \ 10^{-3}$$

Să presupunem, de exemplu, că $\alpha = 11{,}5$ μ/m grad $\pm$ 1 μ/m. grad, deci avem de a face cu un coeficient de dilatare determinat cu o precizie destul de scăzută.

Să vedem, în cazul unei cale de lungime mică, măsurată la o temperatură foarte apropiată de 20°C, ce distanțe maxime ΔL_{20} pot introduce în rezultatele finale, valorile extreme ale lui α.

Să facem același calcul și pentru o cală de lungime mare, măsurată interferometric la o temperatură diferită cu 2°C de cea normală, și pentru un coeficient de dilatare determinat cu o precizie de 10 ori mai ridicată și anume : $\alpha = 11{,}5$ μ/m. grad $\pm$ 0,1 μ/m. grad.

Rezultatele obținute sînt prezentate în tabela de mai jos.

Se vede deci, că dacă pentru o cală de lungime mică, ale cărei dimensiuni avem posibilitatea să le măsurăm la o temperatură foarte apropiată de cea normală, precizia cu care este determinat coeficientul de dilatare nu joacă nici un rol, în schimb pentru calele mari, măsurate la temperaturi sensibil diferite de 20°C, este necesară o determinare cît mai precisă a coeficientului de dilatare.

În general, în cazul determinărilor interferometrice industriale, coeficientul de dilatare se

L_0	L_t	α μ/m · grad	t	Δt	L_{20}	ΔL_{20}
1 mm	1 mm + 0,00023 μ	10,5 12,5	20,02°	± 0,02	1 mm + 0,00002 μ 1 mm + 0,00002 μ	0,00004 μ
100 mm	100 mm + 2,30 μ	11,4 11,6	22°	− 2	100 mm + 0,02 μ 100 mm − 0,02 μ	0,04 μ

poate calcula din rezultatele a două determinări, făcute la temperaturi diferite :

$$\alpha = \frac{L_{t_2} - L_{t_1}}{t_2 - t_1} \text{ mm/mm. grad pentru } t_2 > t_1$$

Chiar și în acest caz trebuie contat pe valori cît mai precis determinate și pe o bună termostatare a încăperii în care se lucrează, pentru ca temperatura citită să nu difere de temperatura reală a calei. Dacă, din motive obiective, aceste condiții nu pot fi îndeplinite și în cazul cînd determinările făcute au ca scop stabilirea lungimii unor cale ce vor îndeplini funcția de etaloane fundamentale, se impune ca α să fie calculat pe baza cît mai multor rezultate și anume prin metoda micilor pătrate.

Prin metoda interferometrică se determină de fapt diferența Δl_i dintre lungimea nominală a calei și lungimea sa reală la temperatura t_i.

Această diferență, adunată algebric la lungimea nominală, ne dă L_{t_i}, lungimea reală a calei la temperatura t_i.

Pentru ușurință vom lucra cu diferențele Δl_i.

Inscriind valorile lui t_i pe abscisă și cele a lui Δl_i pe ordonată, obținem o serie de n puncte de coordonate : t_1, Δl_1 ; t_2 Δl_2... t_i, Δl_i ... t_n, Δl_n. Dacă nu ar exista nici un fel de erori experimentale, punctele ar trebui să se așeze pe o dreaptă, lucru care se întîmplă cînd dăm diferite valori variabilelor t_i și Δl_i, din ecuația de dilatare a calei.

Această dreaptă trece și printr-un punct ale cărui coordonate sînt date de mediile aritmetice $\overline{\Delta l}$ și $\bar{t}$.

Rezultă că avem relația :

$$\Delta l - \overline{\Delta l} = b\,(t_i - \bar{t}) \qquad (1)$$

unde : $\overline{\Delta l} = \frac{\Sigma \Delta l_i}{n}$, $\bar{t} = \frac{\Sigma t_i}{n}$, b este panta dreptei, iar n numărul de determinări.

Din relația (1) obținem :

$$\Delta l = \overline{\Delta l} + b\,(t_i - \bar{t}) \qquad (2)$$

În realitate punctele obținute experimental nu se așează exact pe o aceiași dreaptă din cauza inevitabilelor erori întîmplătoare.

Ținînd seama de teoria acestor erori și aplicîndu-se principiul celor mai mici pătrate putem reprezenta variația lungimii calei cu temperatura, pe baza punctelor obținute efectiv, alegînd pentru aceasta o pantă b a dreptei așa fel încît relația :

$$\sum (\Delta l_i - \Delta l)^2 \qquad (3)$$

să fie *minimă*, adică suma pătratelor distanțelor pe ordonată, de la punctele de coordonate Δl_i, t_i, la această dreaptă, trebuie să fie minimă.

Să obținem valoarea acestei pante.

Înlocuind în relația (3) valoarea lui Δl din (2), obținem :

$$\sum [(\Delta l_i - \overline{\Delta l}) - b\,(t_i - \bar{t})]^2 = \text{minimum},$$

ceea ce înseamnă că derivata de ordinul I, în raport cu b, este egală cu zero. Deci :

$$\frac{d}{db} \sum [(\Delta l_i - \overline{\Delta l}) - b\,(t_i - \bar{t})]^2 = 0$$

sau :

$$\frac{d}{db} \sum [(\Delta l_i - \overline{\Delta l})^2 - 2b\,(\Delta l_i - \overline{\Delta l})\,(t_i - \bar{t}) + b^2 (t_i - \bar{t})^2] = 0.$$

Derivînd obținem :

$$-2 \sum (\Delta l_i - \overline{\Delta l})\,(t_i - \bar{t}) + 2b \sum (t_i - \bar{t})^2 = 0$$

de unde :

$$b = \frac{\Sigma (\Delta l_i - \overline{\Delta l})\,(t_i - \bar{t})}{\Sigma (t_i - \bar{t})^2} \qquad (4)$$

Panta b a dreptei, reprezintă în microni, creșterea lungimii L_0 exprimată în mm, pentru o creștere de temperatură de un grad. Pentru a trece la coeficientul de dilatare α, exprimat în μ/m. grad, trebuie să facem transformarea :

$$\alpha = b \cdot \frac{1000}{L_0}.$$

În tabela I și II sînt prezentate rezultatele obținute pentru două cale plan paralele de fabricație Zeiss și lungime nominală 20mm și 50 mm.

Pentru cala de 20 mm, valoarea lui α calculată din aceste rezultate experimentale este :

$$\alpha_{20} = \frac{10{,}108}{37{,}835} \cdot \frac{1000}{20} = 0{,}267 \times 50 =$$

$$= 13{,}35 \ \mu\text{/m. grad.}$$

iar pentru cala de 50 mm :

$$\alpha_{50} = \frac{3{,}3163}{5{,}8404} \cdot \frac{1000}{50} = 0{,}568 \times 20 =$$

$$= 11{,}36 \ \mu\text{/m. grad.}$$

Valoarea lui σ_r cu care a fost determinat coeficientul de dilatare este dată de relația :

$$\sigma_r = \sqrt{1 - r^2} \sqrt{\frac{\Sigma (\Delta l_i - \overline{\Delta l})^2}{n - 2}}$$

unde :

$$r = \frac{\Sigma (t_i - \bar{t})\,(\Delta l_i - \overline{\Delta l})}{\sqrt{\Sigma (t_i - \bar{t})^2\,(\Delta l_i - \overline{\Delta l})^2}} \qquad (5)$$

Efectuînd calculele, obținem pentru cala de 20 mm :

$$r = \frac{10{,}108}{\sqrt{37{,}835 \times 2{,}716}} = \frac{10{,}108}{\sqrt{102{,}7599}} = \frac{10{,}108}{10{,}137} = 0{,}9971 \ \mu$$

și

$$\sigma_r = \sqrt{1 - 0{,}9971^2} \sqrt{\frac{2{,}716}{52}} = \sqrt{1 - 0{,}9942} \times$$

$$\times \sqrt{0{,}1086} = 0{,}025 \ \mu$$

iar pentru cala de 50 mm.

$$r = \frac{3{,}3163}{\sqrt{5{,}8404 \times 1{,}886}} = \frac{3{,}3163}{\sqrt{11{,}015}} = \frac{3{,}3163}{3{,}3188} = 0{,}9992 \ \mu$$

și

$$\sigma_r = \sqrt{1 - 0{,}9992^2} \sqrt{\frac{1{,}886}{13}} = \sqrt{1 - 0{,}9984} \times$$

$$\times \sqrt{0{,}1451} = 0{,}015 \ \mu.$$

Trebuie de remarcat că pentru un șir de determinări corecte, efectuate în condiții experimentale bine stăpînite, punctele de coordonate t_i, Δl_i se așternd pe o linie foarte apropiată de o

$L_0 = 20$ mm — *Tabela 1*

t_i^0 C	Δl_i	$t_i - \bar{t}$	$(t_i - \bar{t})^2$	$\Delta l_i - \overline{\Delta l}$	$(\Delta l_i - \overline{\Delta l})^2$	$(\Delta l_i - \overline{\Delta l})(t_i - \bar{t})$
18,520	−0,3916	−1,749	3,059	−0,4741	0,221	0,829
18,450	−0,4100	−1,819	3,309	−0,4925	0,240	0,896
18,540	−0,3780	−1,729	2,991	−0,4605	0,212	0,796
18,590	−0,3754	−1,679	2,819	−0,4579	0,212	0,769
18,625	−0,3583	−1,644	2,703	−0,4408	0,194	0,725
20,900	+0,2310	+0,631	0,398	+0,1485	0,023	0,094
19,520	−0,1258	−0,749	0,561	−0,2083	0,044	0,156
20,800	+0,2114	+0,531	0,282	+0,1289	0,017	0,068
19,770	−0,0719	−0,499	0,249	−0,1544	0,023	0,077
20,730	+0,1784	+0,461	0,212	+0,0959	0,010	0,044
20,660	+0,1658	+0,391	0,153	+0,0833	0,006	0,033
18,650	−0,3542	−1,619	2,621	−0,4367	0,194	0,707
21,475	+0,4123	+1,206	1,454	+0,3296	0,109	0,398
21,545	+0,4236	+2,176	1,628	+0,3411	0,116	0,435
19,130	−0,1942	−1,139	1,297	−0,2767	0,078	0,315
19,915	+0,0145	−0,354	0,125	−0,0680	0,005	0,024
19,940	+0,0188	−0,329	0,108	−0,0637	0,004	0,021
20,175	+0,0766	−0,094	0,009	−0,0059	0,000	0,001
20,300	+0,1009	+0,031	0,001	+0,0184	0,00	0,001
20,130	+0,0510	−0,139	0,019	−0,0315	0,001	0,004
20,510	+0,1483	+0,241	0,058	+0,0658	0,005	0,016
20,930	+0,2610	+0,661	0,437	+0,1785	0,(32	0,118
21,935	+0,5410	+1,674	2,802	+0,4585	0,212	0,767
21,645	+0,4785	+1,376	1,893	+0,3860	0.160	0,545
21,865	+0,5192	+1,596	2,547	+0,4367	0,194	0,697
21,790	+0,4599	+1,521	2,313	+0,3774	0,144	0,574
22,215	+0,5955	+1,946	3,787	+0,5130	0,260	0,998
$\bar{t} = 20{,}269°$	$\overline{\Delta l} = +0{,}0825\,\mu$		$\Sigma (t_i - \bar{t})^2 = 37{,}835$		$\Sigma (\Delta l_i - \overline{\Delta l})^2 = 2{,}716$	$\Sigma (\Delta l_i - \overline{\Delta l})(t_i - \bar{t}) = 10{,}108$

$L_0 = 50$ mm — *Tabela 2*

t_i^0 C	Δl_i	$t_i - \bar{t}$	$(t_i - \bar{t})^2$	$\Delta l_i - \overline{\Delta l}$	$(\Delta l_i - \overline{\Delta l})^2$	$(\Delta l_i - \overline{\Delta l})(t_i - \bar{t})$
19,687	−0,1913	−0,550	0,3025	−0,3024	0,090	0,1663
19,410	−0,3565	−0,827	0,6839	−0,4676	0,221	0,3867
19,160	−0,4988	−1,077	1,1599	−0,6099	0,372	0,6569
19,030	−0,5825	−1,207	1,4568	−0,6936	0,476	0,8372
20,400	+0,2078	+0,163	0,0266	+0,0967	0,010	0,0158
20,370	+0,1888	+0,133	0,0177	+0,0777	0,006	0,0103
20,340	+0,1700	+0,103	0,0106	+0,0599	0,004	0,0062
20,465	+0,2435	+0,288	0,0520	+0,1324	0,017	0,0302
20,425	+0,2183	+0,188	0,0353	+0,1072	0,012	0,0201
20,335	+0,1743	+0,098	0,0096	+0,0632	0,004	0,0062
20,485	+0,2463	+0,248	0,0615	+0,1352	0,017	0,0335
20,390	+0,1816	+0,153	0,0234	+0,0705	0,005	0,0108
20,685	+0,3674	+0,448	0,2007	+0,2563	0,068	0,1148
21,150	+0,6268	+0,913	0,8336	+0,5157	0,270	0,4708
21,220	+0,6711	+0,983	0,9663	+0,5600	0,314	0,5505
$\bar{t} = 20{,}237°$	$\overline{\Delta l} = +0{,}111\,\mu$		$(t_i - \bar{t})^2 = 5{,}8404$		$\Sigma (\Delta l_i - \overline{\Delta l})^2 = 1{,}886$	$\Sigma (\Delta l_i = \overline{\Delta l})(t_i - \bar{t}) = 3{,}3163$

linie dreaptă, adică relația între variabilele t_i și Δl_i este practic o relație liniară. Acest lucru se poate constata fie înscriind într-un grafic punctele de coordonate t_i, Δl_i (fig. 1 și 2), fie luînd ca criteriu coeficientul de corelație r, a cărui mod de calculare l-am dat mai înainte (relația 5).

Dacă relația între cele două variabile t_i și Δl_i poate fi reprezentată printr-o linie dreaptă, atunci $r = \pm l$ și anume:

$r = +l$ dacă linia dreaptă este o linie crescătoare și

$r = -l$ dacă linia dreaptă este o linie descrescătoare.

Dacă nu există nici un fel de relație între cele două variabile, atunci $r = O$.

În cazul nostru, lungimea calei crescînd odată cu temperatura, avem de-a face cu o linie crescătoare, deci trebuie să obținem pentru valori pozitive și cît mai apropiate de unitate.

Într-adevăr se vede din calculele precedente că am obținut pentru cala de 20 mm $r = +0{,}9971$ și $r = +0{,}9992$ pentru cala de 50 mm.

În general, pentru calcularea coeficientului de dilatare prin metoda minimelor pătrate, determinările trebuiesc făcute pe un interval cît

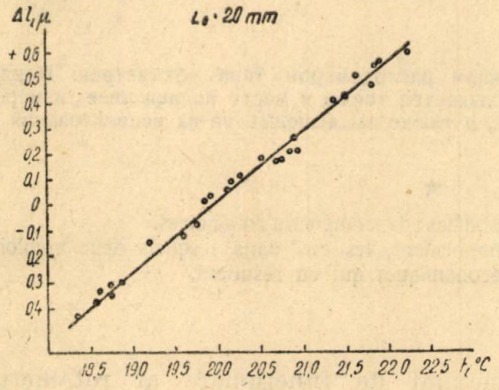


Fig. 1

mai mare de temperaturi, pentru a obține o dreaptă bine orientată, pe o porțiune cît mai mare. Altfel, pe porțiuni mici, panta dreptei poate fi ușor falsificată de erorile experimentale, intervenite atît la determinarea lui Δl_i cît și la citirea temperaturii.

Odată coeficientul de dilatare bine determinat, este de recomandat să se lucreze la temperaturi cît mai apropiate de 20°C, pentru motivele pe care le-am indicat la începutul acestui articol.

Am vrea să mai semnalăm că în cazul calei de 20 mm, așa cum se vede din tabela I și din calculele precedente, am găsit un coeficient de dilatare de 13,35 μ/m. grad, neobișnuit de mare pentru oțel, unde: $\alpha = 11{,}5$ μ/m. grad ± 1 μ/m. grad.

Pentru a fi siguri că nu a intervenit vre-un fenomen care să ne modifice rezultatele, am făcut un număr mai mare de determinări ($n = 27$) la date și temperaturi diferite.

Am avut deasemeni posibilitatea de a confirma și pe altă cale justețea acestui coeficient de dilatare a calei de 20 mm.

Pentru aceasta am aderat una la alta cala de 20 și cea de 50 mm, aderînd apoi blocul de cale astfel format pe o sticlă plan-paralelă.

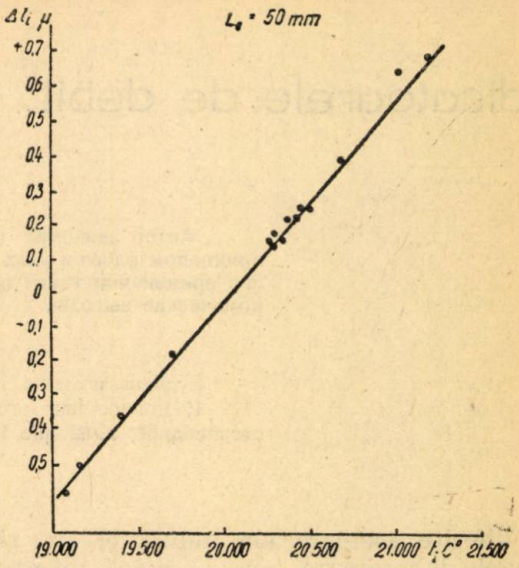


Fig. 2

Pentru fiecare poziție s-au făcut cîte două determinări. Rezultatele obținute sînt prezentate în tabela III.

Cala de 50 mm are un coeficient de dilatare de 11,36 μ/m. grad, iar cala de 20 mm un coeficient de dilatare de 13,35 μ/m. grad. Deci, teoretic, coeficientul de dilatare a blocului de cale (50 + 20) mm ar trebui să fie:

$(13{,}35 \times 2 + 11{,}36 \times 5) : 7 = 11{,}93$ μ/m. grad.

Practic, pe baza valorilor indicate în tabela III, s-a determinat coeficientul de dilatare a blocului de cale și s-a găsit:

$$\alpha = \frac{1{,}2141}{1{,}4499} \cdot \frac{1000}{20 + 50} = 0{,}837 \frac{1000}{20 + 50} =$$

$$= 11{,}96 \text{ μ/m. grad.}$$

Deci, pe cale experimentală s-a găsit pentru coeficientul de dilatare a blocului de cale o valoare foarte apropiată de cea teoretică fapt care confirmă că coeficientul de dilatare al calei de 20 mm, deși mare este totuși corect determinat.

$L_0 = (20 + 50)$ mm — *Tabela 3*

$t_i^0 C$	Δl_i	$t_i - \overline{t}$	$(t_i - \overline{t})^2$	$\Delta l_i - \overline{\Delta l}$	$(\Delta l_i - \overline{\Delta l})(t_i - \overline{t})$
19,590	−0,2592	+0,846	0,7157	+0,6336	0,5360
19,390	−0,4395	+0,646	0,4173	+0,5533	0,3574
18,340	−1,3334	−0,304	0,0924	−0,3406	0,1035
18,335	−1,3092	−0,309	0,0955	−0,3164	0,0978
18,680	−1,0574	−0,064	0,0041	−0,0646	0,0041
18,540	−1,1646	−0,204	0,0416	−0,1718	0,0350
18,545	−1,1868	−0,199	0,0396	−0,1940	0,0386
18,535	−1,1923	−0.209	0,0437	−0,1995	0,0417
$\overline{t} = 18{,}744°$	$\overline{\Delta l} = -0{,}0258$ μ		$(t_i - \overline{t})^2 = 1{,}4499$		$\Sigma (\Delta l_i - \overline{\Delta l})(t_i - \overline{t}) = 0{,}00262$

Indicatoarele de debit: rotametre

Ing. S. MANOLESCU

Автор знакомит читателей с рядом расходомеров типа ротаметров. Наряду с принципом работы этих приборов указывается также и место подлежащее измерению при применении таких приспособлений, а также вытекающае из их использования экономические выгоды.

★

L'auteur présente une suite de modèles de compteurs-rotamètres.

Il indique leur principe de fonctionnement, les cas dans lesquels leur emploi est recommandé, ainsi que les avantages économiques qui en résultent.

In diferite sectoare ale industriei cît și în unele laboratoare, este necesară măsurarea cantităților de fluide aflate sub presiune ce trec prin conducte. Această măsurare se poate executa și cu aparatele denumite Rotametre.

Rotametrele sînt de o construcție simplă, ușor de supravegheat, destul de rezistente și cu o precizie în măsurare ridicată astfel încît pot fi utilizate la locuri de măsurare unde alte aparate nu sînt tot atît de corespunzătoare. Astfel la turnătoriile de metal, unde se cere a se păstra un anumit debit de aer pentru arderea rațională a combustibilului lichid sau gazos, măsurarea debitelor cu ajutorul rotametrelor este foarte mult folosită. De asemenea în industria constructoare de mașini aceste aparate sînt foarte des utilizate la bancurile de încercare și etalonare a motoarelor și a turbo-reactoarelor. În ambele cazuri rotametrele servesc pentru a se constata dacă debitul de aer este riguros menținut la o anumită valoare.

Se știe că pentru determinarea debitelor de fluide aflate sub presiune, ce se scurg prin conducte, se pot folosi aparate care măsoară direct sau indirect volumul sau respectiv greutatea fluidului care se măsoară. Măsurarea se mai poate face sau prin variația căderii de presiune provocată de un dispozitiv de laminare montat coaxial în conductă, sau prin variația secțiunii de scurgere, căderea de presiune în acest caz rămînînd constantă.

Formula generală a debitului este dată de relația :

$$Q = K.S.\sqrt{\Delta P}$$

din care se poate vedea că variabila poate fi sau S (secțiunea) sau ΔP (căderea de presiune).

Rotametrele fac parte din grupa aparatelor de măsură utilizate la determinarea debitelor de fluide prin variația secțiunii de scurgere, în care caz mărimea ΔP fiind constantă, variația debitului va fi liniară.

Principiul de funcționare al rotametrelor este :

un plutitor se deplasează în interiorul unui tub tronconic vertical și a cărei secțiune de trecere (variabilă după poziția plutitorului) este în funcție de debitul fluidului care traversează tubul de jos în sus.

Poziția de echilibru a plutitorului care indică valoarea debitului, rezultă din echilibrarea celor două forțe opuse și anume :

— una dirijată în sus care este forța de inerție și frecare a fluidului,

— a doua forță dirijată în jos reprezintă greutatea plutitorului.

Măsurarea debitului de fluid cu un astfel de aparat este posibilă numai dacă se cunoaște relația dintre înălțimea la care se ridică plutitorul și cantitatea de fluid ce trece prin aparat la temperatura și presiunea respectivă. Cum înălțimea la care se ridică plutitorul depinde în primul rînd de caracteristicile fluidului ce curge prin aparat, rezultă că atît gradarea cît și verificarea unui rotametru nu se poate face decît numai cu fluidul respectiv.

* * *

Rotametrul se compune dintr-un tub vertical tronconic (fig. 1) de sticlă sau metal avînd capătul îngust îndreptat în jos. Conicitatea tubului este dată de relația $\frac{D-d}{L}$, unde :

D este diametrul tubului la partea superioară,

d este diametrul tubului la partea inferioară,

L este distanța dintre aceste două diametre, care este în general înălțimea tubului.

Tubul de trecere este gradat în unități de debit (l/h) pentru gaze sau lichide, mărimea debitului fiind în funcție de diametrul interior al tubului.

În interiorul acestui tub se află un plutitor (fig. 2) de formă cilindrică cu o terminație conică sau în trunchi de con. El este confecțio-

nat din metal, ebonită sau alte materiale care nu sînt atacate de mediile cu care vine în contact; diametrul exterior al plutitorului este mai mic de cît diametrul interior (la partea de jos) al tubului, din care cauză el se poate mişca liber pe toată lungimea tubului. Pe discul de la cap sau pe generatricea corpului plutitorului sînt trasate şenţuleţe înclinate datorite cărora — la trecerea fluidului — acesta capătă o mişcare de rotaţie: se centrează în centrul curentului, nu atinge pereţii tubului şi în acest fel se evită frecările. Deci plutitorul în afară de mişcarea de translaţie de-a lungul tubului mai are şi o mişcare de rotaţie în jurul axului său, de unde a şi primit denumirea de rotametru.

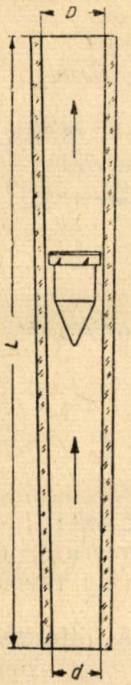


Fig. 1 Fig. 2

Constructorii de rotametre au realizat diferite forme de plutitoare căutînd să reducă cît mai mult efectul variaţiilor în viteza de rotaţie datorită diferitelor vîscozităţi ale fluidelor care se măsoară. În majoritatea cazurilor rotametrele folosesc plutitoare libere; numai la cele care au tuburi cu diametre mari, unde plutitoarele sînt mai grele, se recomandă o dirijare a plutitorului. Această dirijare se face cu ajutorul unei tije centrale de ghidare, care trebuie să fie centrată precis în mijlocul tubului astfel încît să se evite atingerea de pereţii tubului. Ghidajul tijei trebuie să fie astfel realizat încît fricţiunea cu plutitorul respectiv să fie minimă pentru a nu influenţa precizia aparatului.

Fluidul care se măsoară şi care are o mişcare de jos în sus, ridică plutitorul în tub pînă cînd se obţine un echilibru între greutatea plutitorului şi presiunea dinamică a curentului de fluid. Aceasta se mai poate exprima şi prin aceea că ridicarea plutitorului se face pînă în momentul cînd spaţiul inelar dintre plutitor şi suprafaţa interioară a tubului tronconic, permite trecerea întregului curent de fluid. În acest caz presiunea fluidului exercitată pe suprafaţa inferioară a plutitorului este echilibrată de greutatea plutitorului şi ridicarea lui încetează.

Cînd forţele care acţionează asupra plutitorului, în sus şi în jos, sînt în echilibru, plutitorul se află la o înălţime ce corespunde vitezei curentului de fluid şi respectiv debitului de curgere care se citeşte pe tubul tronconic. Forţa dirijată în jos reprezintă greutatea plutitorului mai puţin greutatea volumului fluidului deslocuit, iar forţa dirijată în sus, reprezintă presiunea fluidului care se măsoară.

Dacă greutatea netă a plutitorului rămîne constantă pentru oricare poziţie a lui, presiunea curentului de fluid asupra plutitorului va fi de asemenea constantă, variabilă fiind numai suprafaţa secţiunii spaţiului inelar din cauza conicităţii tubului.

Mărimea vitezei curentului de fluid are ca efect numai deplasarea plutitorului dintr-o poziţie în alta.

Spaţiul inelar trebuie să fie destul de mare pentru a permite trecerea fluidului şi cum acest spaţiu este proporţional cu debitul, rezultă că şi cantitatea de fluid care se măsoară va fi proporţională cu deplasarea plutitorului.

Precizia măsurării cu astfel de aparate depinde de forma plutitorului şi de uniformitatea dimensiunilor tubului tronconic. Sensibilitatea rotametrului depinde de conicitatea tubului: cu cît unghiul de conicitate este mai mic, cu atît sensibilitatea aparatului este mai mare.

* * *

Forţa F_1 dirijată de sus în jos şi care este egală cu greutatea plutitorului mai puţin greutatea fluidului deslocuit, se poate exprima prin relaţia:

$$F_1 = V(\gamma_1 - \gamma_2)$$

unde:

V — reprezintă volumul plutitorului

γ_1 — reprezintă densitatea plutitorului

γ_2 — reprezintă densitatea lichidului care trece prin tub.

Forţa F_2 dirijată de jos în sus este egală cu diferenţa presiunilor care acţionează pe plutitor înmulţită cu suprafaţa secţiunii lui, adică

$$F_2 = S(P_1 - P_2) \text{ unde}$$

P_1 — reprezintă presiunea lichidului înainte de plutitor

P_2 — reprezintă presiunea lichidului după plutitor

S — reprezintă suprafaţa secţiunii plutitorului.

În cazul echilibrului plutitorului, aceste două forţe sînt egale, adică se poate scrie egalitatea

$$V(\gamma_1 - \gamma_2) = S(P_1 - P_2)$$

Cum presiunea se exprimă prin relaţia $h \cdot \gamma_2$ ecuaţia de mai sus se poate scrie:

$$h \cdot \gamma_2 \cdot S = V(\gamma_1 - \gamma_2) \text{ sau}$$

$$h = \frac{V(\gamma_1 - \gamma_2)}{\gamma_2 \cdot S}$$

Din această relaţie se vede că pierderea de presiune din rotametru va depinde numai de dimensiunile geometrice ale plutitorului şi de densităţile plutitorului şi fluidului. Întrucît

viteza de curgere este raportul dintre volum şi suprafaţă adică

$$\omega = \frac{V}{S} = C\sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

prin înlocuirea valorii lui h de sub radical, se va obţine:

$$V = \omega \cdot S = C \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot \frac{V(\gamma_1 - \gamma_2)}{\gamma_2 \cdot S}}$$

care reprezintă volumul de fluid ce trece prin rotametru; dacă cantitatea de fluid se exprimă în greutate, ecuaţia de mai sus devine:

$$G = V \cdot \gamma_2 = C \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot \frac{V(\gamma_1 - \gamma_2)}{\gamma_2 \cdot S}} \cdot \gamma_2^2$$

$$= C \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot \frac{V(\gamma_1 - \gamma_2)\gamma_2}{S}} =$$

$$= C\sqrt{2g \cdot S \cdot V(\gamma_1 - \gamma_2)\gamma_2}.$$

Din relaţiile de mai sus se vede că la măsurarea cantităţilor de fluide cu astfel de aparate, trebuie să se pună în concordanţă secţiunea şi conicitatea tubului precum şi mărimea şi greutatea plutitorului în aşa fel, încît viteza de curgere să fie proporţională cu vîscozitatea dinamică şi cu densitatea.

Menţionăm că în ultimul timp au fost confecţionate rotametre cu acuplare magnetică, (fig. 3) avînd tubul metalic pentru presiuni şi temperaturi ridicate, sau din sticlă în cazul fluidelor excesiv de corosive.

Plutitorul este ghidat şi are un magnet stabil în interior, mişcările plutitorului fiind urmărite de un al doilea magnet solidar cu un dispozitiv indicator ce este aşezat într-o cutie închisă montată pe corpul rotametrului. Aceste rotametre pot fi înzestrate fie cu dispozitive de transmisie pneumatică, fie cu transmisie electrică.

În concluzie se poate spune că rotametrele prezintă unele avantaje faţă de alte aparate utilizate în acest scop şi anume:

— sînt mai simple şi uşor de confecţionat;

— au pierderea de presiune mică;

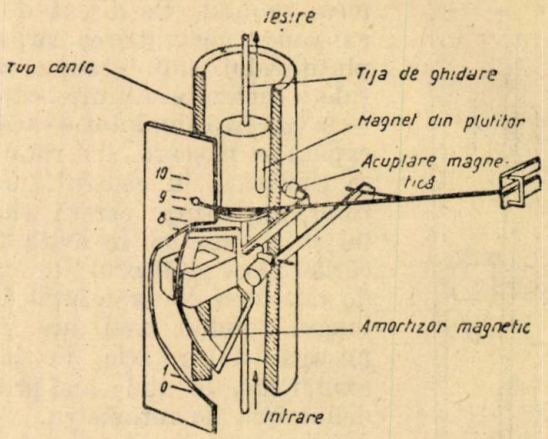


Fig. 3

— scara gradată este practic liniară;

— nu au piese mecanice în mişcare, din care cauză nu este nici o uzură iar precizia indicaţiilor durează mai mult;

— pot fi folosite la măsurarea diferitelor fluide, corosive, opace etc.;

— au o precizie destul de ridicată, eroarea maximă fiind de $\pm 2\%$ care în anumite condiţii poate fi redusă pînă la $\pm 0{,}5\%$.

Rotametrele prezintă însă marele dezavantaj de a nu putea fi utilizate decît numai pentru măsurarea fluidelor pentru care au fost gradate şi cu care au fost etalonate. Nu se pot executa mărimi prea mari de gabarit; pînă acum au fost construite rotametre pentru maxim 200 m^3/h pentru gaze şi 20 m^3/h pentru lichide.

Rotametrele sînt numai aparate indicatoare şi sînt recomandate a fi utilizate în locurile unde se cere un control continuu al consumului de fluid în procesul de fabricaţie.

IN ATENŢIA ABONAŢILOR REVISTEI

Metrologia aplicată

Rugăm pe abonaţii revistei noastre să facă din timp comenzile de abonamente pe anul 1957. Achitarea abonamentelor pe anul 1956 se face pînă la 15 octombrie 1956.

INFORMAȚII METROLOGICE

1. Aniversare

Anul acesta s-au împlinit 75 ani de cînd țara noastră a aderat la Convenția Metrului.

De menționat că deși adeziunea a fost anunțată oficial în 1881, formalitățile au fost îndeplinite de abia în anii următori.

Este însă de remarcat că formal sistemul metric fusese adoptat în țara noastră cu 17 ani mai înainte, prin legea din 15 sept. 1864 intitulată: „Legea pentru adoptarea sistemului metric de măsuri și greutăți în Romînia". Art. 1 din această lege prevedea:

„Sistemul metric de greutăți și măsuri se adoptă și măsurile întrebuințate pînă acum se desființează în toată întinderea Romîniei".

Legea din 1864 stabilea ca termen de punere în aplicare data de 1 ianurie 1866, dar din cauza unor dificultăți serioase, acest termen a trebuit să fie prelungit la diferite reprize (legile din 28 februarie 1875, 14 februarie 1880 și 22 martie 1884), așa încît în fond aplicarea obligatorie a sistemului metric a început în 1884.

Totuși primul Regulament de măsuri și greutăți a apărut la 12 ianuarie 1866, deci acum 90 ani, adică cu 15 ani mai înainte de aderarea noastră la Convenția Metrului.

2. Cîteva date asupra răspîndirii sistemului metric în lume

Sînt peste 165 ani de la apariția *sistemului metric*, adică a sistemului de unități de măsură pentru lungimi (metrul), mase (kilogramul) suprafețe (metrul pătrat), volume (metrul cub) și capacități (litrul), bazat pe regula zecimală de formare a multiplilor și submultiplilor.

Deși prezenta avantaje esențiale față de vechile, greoaile și neraționalele sisteme de unități naționale, care difereau de la țară la țară, totuși răspîndirea sistemului metric în lume a mers destul de greu.

Dealtfel chiar în Franța, țara în care s-a născut sistemul metric, s-au întîmpinat la început piedici serioase. În adevăr, deși sistemul metric a fost constituit în Franța prin legile din 1 august 1793, 7 aprilie 1795 și 10 decembrie 1799, el nu a putut fi introdus obligatoriu, decît abia după 40 ani, prin legea din 4 iulie 1837.

De remarcat că în Belgia, Olanda și Luxemburg, sistemul metric a devenit obligatoriu cu 21 ani mai înainte, adică în 1816, aceste țări fiind astfel primele în lume în care s-a folosit „obligatoriu" noile unități metrice.

Rînd pe rînd alte țări au adoptat noile unități, unele impunîndu-le obligatoriu, altele tolerînd folosirea lor alături de vechile unități naționale.

Printre primele țări în care s-a impus *folosirea obligatorie* unităților metrice figurează Columbia (1853), Italia (1861), Brazilia (1862), Chile (1864), Ecuator (1865), Peru (1869), Bolivia (1868), Austria (1871), Germania (1871), Spania (1871), Iugoslavia (1873) și Ungaria (1874).

Dar cu cît se înmulțeau țările care adoptau noile unități, cu atît creștea nevoia de a se asigura practic exactitatea măsurilor de capacitate, a greutăților și a măsurilor de lungime (metrii), ce se foloseau în diferitele părți ale lumii.

În acest scop se evidenția necesitatea de a se crea un laborator care să păstreze unitățile și să le transmită la etaloanele diferitelor țări, pentru ca prin comparație cu acestea, să se controleze și să se retușeze măsurile și greutățile uzuale.

De asemeni, încă de pe atunci se evidenția nevoia de a se extinde un același sistem de unități în toate țările, atît pentru ușurarea schimburilor comerciale, cît și pentru progresul însăși a științei și tehnicii.

Superioritatea sistemului metric față de oricare alt sistem existent la aceea epocă fiind evidentă, un puternic curent se desvoltase în multe alte țări în favoarea sa. Unele dintre acestea adoptaseră deja noile unități.

Toate aceste fapte au dus la semnarea unui tratat diplomatic denumit *Convenția Metrului* prin care țările semnatare s-au angajat să acționeze pentru desvoltare și răspîndirea sistemului metric, obligîndu-se totodată să contribuie la organizarea și întreținerea *Biroului Internațional de Măsuri și Greutăți*, forul științific internațional unde s-au realizat și se conservă etaloanele internaționale și unde se compară periodic etaloanele naționale ale țărilor membre ale Convenției Metrului.

Anul acesta s-au împlinit 81 ani de la semnarea acestei Convenții Internaționate (20 mai 1875). Țările care au semnat atunci Convenție sînt: Brazilia [1]), Turcia [2]), Venezuela [3]), Argentina, Austria, Belgia, Danemarca, Elveția,

[1]) Brazilia nu a ratificat adeziunea decît în 1920, iar în 1932 și-a retras semnătura.

[2]) Turcia s-a retras în 1894, dar a redevenit membră în 1933.

[3]) Venezuela s-a retras în 1906.

Franța, Germania, Italia, Norvegia, Peru, Portugalia, Rusia, Spania, Statele Unite ale Americii, Suedia și Ungaria.

Ratificarea Convenției s-a făcut la 20 decembrie 1875 la Palatul Versailles.

În decursul celor 80 ani numărul țărilor semnatare a Convenției Metrului a crescut de la 18 la 35 ; țările care au mai aderat la Convenție sînt : Iugoslavia (1879), Romînia (1881), Anglia (1884) Japonia (1885), Mexic (1890), Canada (1907), Chile (1908), Uruguay (1908), Bulgaria (1911), Thailanda (1912), Finlanda (1921), Cehoslovacia (1922), Polonia (1925), Irlanda (1926), Olanda (1929), Australia (1947) și Republica Dominicană (1954).

Este de remarcat că deși Anglia, Canada, Irlanda și S.U.A. sînt membre ale Convenției Metrului, ele nu au introdus pînă în prezent obligativitatea folosirii unităților metrice.

În celelalte țări, membre ale Convenției Metrului, unitățile sistemului metric se folosesc în mod obligatoriu și exclusiv. Obligativitatea folosirii unităților sistemului metric a fost între timp legalizată și în alte țări care nu au aderat formal la Convenția Metrului, așa încît în prezent în mai mult de 50 state se folosesc obligatoriu aceste unități. Prea puține sînt excepțiile în care, paralel cu unitățile metrice, apar și unele unități vechi, dar acțiunea de excludere totală a acestora este intensă pretutindeni.

Este interesant, că sistemul metric a pătruns încet și în țările în care sînt legale tot vechile unități naționale. Răspîndirea tot mai largă a noilor unități a determinat în multe țări necesitatea de a se legaliza folosirea lor *facultativă*. Între aceste țări menționăm : Australia (1947), Anglia (1897), Birmania (1920), Canada (1871), Grecia (1836), India (1920), Irak (1931), Irlanda (1897), Kenya (1951), Noua Zeelandă (1925), Uganda (1950), Rhodesia (1937), Somalia (1950), S.U.A. (1866), Uniunea Sud Africană (1923).

În alte țări, unitățile sistemului metric deși se folosesc în mod facultativ, nici o legiuire nu este în această privință. Așa sînt : Arabia Saudită, Laos și Vietnam.

În China există un sistem zis„ mercantil" în care unitățile sînt raportate la cele metrice prin raporturi simple $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{3}\right)$ așa încît unitățile mercantile să aibă valori cît mai apropiate de vechile unități chineze și să fie totuși legate de unitățile sistemului metric.

Sînt însă și unele țări în care nu există nici o legislație în legătură cu unitățile de măsură (Ex : Andora, Ceylon). În alte țări ca Pakistan, Nepal, sistemul metric nu este deloc folosit.

3. Lucrările Biroului Internațional în vederea schimbării definiției metrului

Este știut că în 1960 urmează a se lua o hotărîre definitivă în legătură cu eventuala schimbare a definiției metrului în sensul de a se stabili valoarea acestei unități pe baza unei lungimi de undă a unei radiații monocromatice.

În acest scop, potrivit Rezoluției 1 a celei de a 10-a Conferință Generală de măsuri și greutăți, ce a avut loc în 1954, laboratoarele metrologice mai importante din întreaga lume sînt angajate în o serie de lucrări, cele mai multe de natură interferometrică, legate de această problemă.

În activitatea Biroului Internațional de Măsuri și Greutăți, această problemă este pe plan principal. Pregătirile și studiile în această direcție se fac în mod intensiv.

Astfel, interferometrul Michelson — aparatul fundamental al Biroului Internațional — a fost mult ameliorat mărindu-i-se luminozitatea și stabilitatea. Rezultate ce par satisfăcătoare au fost obținute în vederea înlocuirii observației vizuale a franjelor de interferență prin o detecție fizică. Se evită astfel o serie de cauze de erori de natura erorilor personale.

Institutul unional de metrologie din U.R.S.S. a pus la dispoziția Biroului Internațional lămpi pentru emisia radiațiilor Cadmiului 114. Cu ajutorul acestor lămpi s-a efectuat la Biroul Internațional un amplu studiu al radiațiilor Cadmiului 114 în comparație cu radațiile mercurului 198 și ale Kriptonului 86 cari reținînt în prezent atenția prin calitățile lor metrologice.

O măsurare a indicelui de refracție a aerului este de asemenea în curs de terminare.

Pentru a se putea efectua măsurări interferometrice în vid, s-a construit o incintă etanșă specială, în vederea atingerii unei precizii cît mai ridicate la compararea lungimilor de undă a radiațiilor luminoase.

4. Intercomparația internațională a scărilor pirometrice, prin schimb de lămpi cu rezistență de tungsten

Este necesar ca fiecare țară să cunoască cu ce precizie și-a stabilit scara temperaturilor. Divergențe mai mari par a fi la temperaturile mai înalte.

În acest scop s-a propus ca la Biroul Internațional, sub egida Comitetului Consultativ de termometrie, să se efectueze o serie de intercomparații între etaloanele pentru temperaturi între 1000°C și 1800°C, etaloane realizate independent de fiecare țară în parte.

În urma discuțiilor ce au avut loc în sesiunea din 1954 a Comitetului Consultativ de termometrie, s-a aprobat proectul unei intercomparații a scărilor diverselor laboratoare naționale, deasupra temperaturii de topire a aurului, prin schimb de lămpi cu rezistență de tungsten (lămpi de temperatură).

Indrumări privitoare la întocmirea dării de seamă departamentale asupra măsurilor şi aparatelor de măsurat aflate în instituţii şi întreprinderi la 1 septembrie 1956

Conform Decretului 21/1954 şi H.C.M. 499/1953, Intreprinderile sînt obligate ca în fiecare an, în cursul lunii septembrie, să declare la serviciile metrologice regionale ale D.G.M. toate măsurile şi aparatele de măsurat necesare, de asemenea pe acele care le posedă şi acele pe care le vor supune în cursul anului viitor verificării obligatorii de stat.

In numărul 8 din anul 1955 al revistei „Metrologia Aplicată" s-a arătat necesitatea acestor declaraţii şi rezultatele obţinute.

Pentru a îmbunătăţi munca în acest domeniu şi a sprijini responsabilii metrologi din instituţii şi întreprinderi precum şi pe toţi acei care posedă mijloace de măsurat, în munca de întocmire a formularelor, Direcţia Generală de Metrologie a elaborat un nomenclator al aparatelor de măsurat care urmează a fi declarate, un model de dare de seamă departamentală, aprobată de Direcţia Centrală de Statistică, după care urmează a se face declaraţia în luna septembrie 1956, şi instrucţiunile respective, material pe care îl reproducem mai jos.

INSTRUCŢIUNI

pentru completarea formularului de dare de seamă departamentală asupra măsurilor şi aparatelor de măsurat aflate în instituţii şi întreprinderi la 1 septembrie 1956.

Pentru uşurarea completării formularului, s-a întocmit alăturatul nomenclator, în care sînt cuprinse — pe domenii de măsurare — toate felurile de aparate de măsurat supuse verificării obligatorii de stat sau care vor fi supuse în viitorul apropiat acestei verificări.

În coloana 1-a se indică poziţia — sau numărul curent — din tabela tarifară anexată HCM 477/953 a aparatului respectiv.

În coloana 2-a a acestui nomenclator, au fost trecute aparatele de măsurat în ordinea în care apar în indicatorul tarifar anexat HCM 477/1953. La sfîrşitul fiecărui capitol sînt trecute aparatele care nu sînt pentru moment incluse în tarif, dar vor fi incluse în viitorul apropiat.

În coloana 3-a sînt date explicaţii şi detalii asupra aparatului respectiv şi alte denumiri folosite în practică, pentru identificarea lui cu mai multă uşurinţă.

În coloana 4-a este menţionat termenul — în ani — în care aparatele respective trebuie supuse în mod obligatoriu verificării de stat. Iniţialele F şi R puse în locul cifrelor înseamnă că aparatul respectiv nu se verifică decît numai odată, la fabricaţie, sau numai după repararea lui.

Se atrage atenţia că aparatele care au în dreptul termenului de verificare un F se declară numai de către întreprinderile care construesc asemenea aparate, sau de către cei care posedă astfel de aparate fără ca acestea să aibă înscrisă pe ele nici o marcă de verificare de stat.

Pentru orientare, mai dăm următoarele explicaţii :

— Aparat model sau măsură model se numeşte aparatul de măsurat sau măsura de o precizie suficient de ridicată, care se foloseşte la controlarea — verificarea — colorlalte aparate sau măsuri întrebuinţate la măsurători şi care din această cauză se numesc „aparate sau măsuri de lucru". Aparatele şi măsurile model sînt deci acelea cu care organele de supraveghere internă ale întreprinderilor verifică aparatele sau măsurile de lucru.

— Aparatele sau măsurile de precizie similară aparatului sau măsurii model sînt aparatele care se folosesc direct în măsurători de precizie mai ridicată, fie în laboratoare, fie chiar în procesul de producţie. Rezultatele cerute acestor măsurători trebuind să fie cît mai exacte, aparatele şi măsurile respective trebuie să fie de o precizie foarte ridicată. Se atrage atenţia că sînt aparate şi măsuri ca de pildă calele care, avînd aceiaşi clasă de precizie, pot fi folosite într-o întreprindere ca aparate model, iar în altă întreprindere ca aparate de lucru, după gradul de precizie cu care lucrează întreprinderea respectivă.

— Clasa de precizie a unei măsuri sau a unui aparat de măsurat este un indicativ numeric pentru eroarea tolerată a măsurii sau a aparatului respectiv. De obicei, clasele de precizie caracterizate prin numere mici indică erori tolerate mici, iar cele cu numere mari indică erori tolerate mari.

Pentru manometre şi aparate electrice, prin clasă de precizie se înţelege numărul care, raportat la domeniul maxim de măsurare a aparatului respectiv şi exprimat în procente, reprezintă eroarea maximă tolerată. Pentru celelalte aparate, clasa de precizie este un indicativ numeric convenţional a cărui semnificaţie şi valoare se află în instrucţiunea de verificare sau în standardul aparatului respectiv.

De exemplu la aparatele electrice indicatoare, clasa de precizie este înscrisă pe aparat printr-o cifră : 0,2 ; 0,5 etc. Această cifră nu trebuie însă confundată cu cifra care arată tensiunea de

încercare a izolației, redată sub forma $< 2{,}5$ sau $\langle \overline{2} \rangle$. Punțile, compensatoarele și alte aparate nu au totdeauna clasa de precizie înscrisă pe eticheta lor. Pentru aceste aparate, încadrarea în clasa de precizie se face pe baza amănuntului de construcție specificat în rubrica „detalii", sau ținînd seamă de scopul pentru care sînt destinate.

— Aparatele sau măsurile uzuale (sau tehnice) înseamnă acele aparate folosite în măsurări curente, a căror precizie nu este nevoie să depășească precizia cerută unei operații de serie. Opusul acestor aparate sînt cele de laborator (de precizie sau aparate model).

Formularul al cărui model este reprodus în anexă, se va completa în felul următor :

— În coloana A se va trece numărul curent cu care aparatele respective figurează în tabela tarifară anexată HCM 477/953.

— În coloana B se va scrie denumirea aparatelor, astfel cum aceasta a fost găsită în nomenclator. Se atrage atenția că se vor trece — în ordinea din nomenclator — numai aparatele pe care le posedă declarantul, nu toate cele ce figurează în nomenclator.

— În coloana 1-a se va trece numărul aparatelor de tipul celui indicat, necesare întreprinderii respective pentru a asigura o bună desfășurare a procesului de producție sau a întregii sale activități. La calcularea necesarului se va avea în vedere de ce număr de aparate este nevoie, inclusiv existentul folosit în procesul de muncă. Exemplu — Instituția sau întreprinderea are un pod bascul de 30 tone și mai are nevoie de încă două, la rubrica 1 din formular se va trece ca necesar trei poduri bascule de 30 tone.

— În coloana 2-a se va trece numărul total al aparatelor de tipul celui indicat, existente în întreprinderea declarantă.

— În coloana 3-a se va trece numărul aparatelor de tipul celui indicat, care sînt folosite în procesul de muncă.

— În coloana 4-a se va trece numărul aparatelor care vor fi supuse verificării de stat în 1957, ținînd seamă de periodicitatea prezentării la verificarea de stat a acestora. De pildă, dacă un șubler a fost verificat în 1956 și poartă marca de verificare, el nu va mai fi prezentat la verificarea periodică în 1957, deoarece termenul de verificare de stat a acestui tip de aparat este de 2 ani : deci îi va veni rîndul în 1958.

Atragem atenția să nu se confunde verificarea de stat, care se execută la termenele specificate în nomenclator, de către organele Direcției Generale de Metrologie, cu verificările interne, care se execută de organele întreprinderilor în cadrul supravegherii interne obligatorii și la termene cu mult mai scurte.

Formularul trebuie întocmit în 3 exemplare și, pentru ușurința centralizării,pe hîrtie format A 4 (jumătăți de coli). Un exemplar va fi înaintat forului tutelar respectiv, unul va fi depus pînă la 30 septembrie 1956 la Secția sau Serviciul de Metrologie al regiunii respective, iar unul va rămîne la întreprindere.

Secțiile și Serviciile de Metrologie regionale, după ce vor primi formularele completate de la instituții și întreprinderi le vor sorta pe ministere, vor confrunta cifrele comunicate cu fișele și evidențele pe care le au, și dacă va fi cazul, vor face corecturile necesare.

Vor nota cu simbolul său în dreptul nr. ce reprezintă aparatele pe care urmează să le verifice în anul 1957, iar formularul îl va trimete forului tutelar : Secția la Serviciu pînă la 10 octombrie 1956, Serviciul la Sector pînă la 20 octombrie 1956, dacă este cazul și Serviciul sau Sectorul la D.V.M. pînă la 31 oct. 1956.

Responsabilii metrologi vor trebui să acorde toată atenția întocmirii dării de seamă departamentală asupra măsurilor și aparatelor de măsurat aflate în instituții și întreprinderi la 1 septembrie 1956, completînd toate coloanele cu date cît mai precise, întrucît aceste cifre constituie baza materială a întocmirii planului de construcții în țară și import al mijloacelor de măsurat, precum și acel de verificări de stat pe 1957.

MINISTERUL .....

INSTITUȚIA (Întreprinderea) .....

Regiunea ..... **Raionul** .....

Localitatea .....

Str. ..... **Nr.** ..... **tel.** .....

Form. V. Metr. (Anual)
Aprobat de Direcția Centrală de Statistică de pe lîngă Consiliul de Miniștri R. P. R. cu nr. 78 din 12.VI.1956 conf. HCM 102/1956.

DARE DE SEAMĂ DEPARTAMENTALĂ

asupra măsurilor și aparatelor de măsurat aflate în întreprindere la 1 septembrie 1956.

Poziția din nomenclator	Denumirea măsurilor și aparatelor de măsurat	Necesare	Existente		Măsuri și aparate ce se vor supune verificării de stat pe anul 1957
			Total	Din care aflate în exploatare	
A	B	1	2	3	4

NOTĂ : 1. Un exemplar pentru emitent, un exemplar se înaintează forului tutelar și un exemplar se înaintează la Serviciul Regional al Metrologiei.

2. In ace s'ă dare de seamă se trec toate sorturile de măsuri și aparate de măsurat aflate în întreprindere (instituție). La întocmirea dării de seamă se vor avea în vedere instrucțiunile anuale ale Direcției Generale de Metrologie pentru completare, precum și nomenclatorul asupra măsurilor și aparatelor de măsurat supuse verificării de stat.

DIRECTOR, *Resp. Metrolog,*

NOMENCLATORUL

MĂSURILOR ŞI APARATELOR DE MĂSURAT

Poz. din nomenclatorul tarifar	Felul măsurilor şi aparatelor de măsurat	Detalii	Termen de verif.
		I. Măsuri şi aparate pentru măsurat lungimile.	
1	Măsuri de lungime, model sau similare ca precizie, cu diviziuni, de orice mărime	Metri model, panglici metrice model şi orice alte aparate de măsurat lungimi, ce servesc la compararea altor aparate de lungimi	3
2	Măsuri de lungime uzuale, cu diviziuni pînă la 5 m inclusiv de la 5—20 m inclusiv peste 20 m	Metri lemn sau metal, dubli metri, rulete etc. Aparate de măsurat ce se folosesc în producţie şi tranzacţiuni	 1
3	Rigle, teuri, echere, etc. simple exclusiv cele pentru uz didactic	Aparate de măsurat ce se folosesc în industrie şi în special la proiectări	F
4	Măsuri de lungime din pînză pînă la 2 m inclusiv de la 2—5 m inclusiv	Panglici metrice din pînză, rulete din pînză	F
—	Mire topografice de 3 metri	Măsuri de lungime topometrice	1
—	Mire topografice de 4 „	idem	1
—	Mire de nivelment de 4 m	idem	1
5	Măsuri de lungime terminale	Cale fundamentale şi de lucru. Se va menţiona numărul de truse şi numărul de bucăţi din fiecare trusă	1
6	Sublere Cu precizie de citire 1/10 mm cu precizie de citire 1/20 „ şi 1/50 „	Sublere de exterior, interior, cu precizia de 1/10; 1/20 şi 1/50	2
7	Sublere de adîncime cu precizia de citire 1/10 mm cu precizia de citire 1/20 „ şi 1/50 mm	Sublere de adîncime cu precizia de citire 1/10 mm; 1/20 mm şi 1/50 mm	2
8	Micrometre cu precizia de citire 1/100 mm cu precizia de citire 1/1000 mm	Micrometre de exterior, interior şi adîncime	2
—	Calibre de însoţire de la micrometrele de exterior, de 25 mm în sus	Anexe la micrometrele de exterior cu deschiderea mai mare de 25 mm	2
—	Micrometre de interior cu prelungitoare	. . . . .	2
9	Comparatoare cu cadran cu precizie de citire 1/100 m cu precizie de citire 1/500 m şi 1/1000 mm	Ceasuri comparatoare cu precizia 1/100; 1/500 şi 1/1000 mm	2
10	Comparatoare, maşini universale pt. comparat lungimi	Aparate pentru măsurat lungimi prin comparaţie	2
11	Optimetre	Optimetre orizontale şi verticale	2
12	Clupe	Aparate pentru măsurarea diametrelor arborilor şi scîndurilor	1
13	Aparate pentru măsurat distanţele parcurse de vehicole	Kilometraje folosite la autovehicole etc.	1
14	Sabloane simple pentru ecartament	Aparate pentru măsurat distanţele între şini c.f.r. etc.	2
15	Sabloane pentru ecartament cu dispozitive de reglare (tip Robel etc.)	Idem	2
16	Aparate pentru măsurat distanţe (vîrtelniţe, podometre etc.)	Aparate pentru măsurat lungimi	2
—	Pasametre	Aparate pentru măsurat lungimi	2
—	Pasimetre	Aparate pt. măsurat diametrele interioare, exterioare etc. cu precizie de microni	2
—	Minimetre	Idem	2
—	Microcatoare	Idem	2
—	Microscop universal	. . . . .	2
—	Microscop instrumental	. . . . .	2
—	Plăci de sticlă plane şi plan paralele	Necesare verificării planităţii feţelor de măsurare la şublere şi micrometre	2
—	Cale unghiulare	Aparate pt. măsurarea unghiurilor	2
—	Micrometre cu pîrghie	Aparate de măsurat lungimi cu precizia de microni	2
—	Micrometre de filet şi sîrmuliţe pentru măsurat diametrul	Aparate pentru măsurat filetul	2
—	Raportoare simple, mecanice şi optice	. . . . .	2
—	Nivele	. . . . .	2

Poz. din nomenclatorul tarifar	Felul măsurilor şi aparatelor de măsurat	Detalii	Termen de verificare
		II. *Măsuri, aparate pentru măsurat suprafeţe*	
17	Planimetre simple	Aparate pt. măsurat suprafeţe (piei, diagrame) prin suprapunere pe un plan etalonat	F
18	Planimetre polare	Aparate pt. măsurat suprafeţe prin urmărirea conturului	3
19	Planimetre de integrare	Aparate pt. măsurat suprafeţele prin palparea întregii suprafeţe	3
20	Sabloane pt. controlul planimetrelor	Suprafeţe de anumite forme din piele, carton sau cauciuc, etalonate, pt. verificarea planimetrelor	2
		III. *Măsuri şi aparate de măsurat capacitatea*	
21	Cilindri şi pahare gradate din sticlă pînă la 100 ml inclusiv peste 100 ml	Măsuri de sticlă de laborator gradate, inclusiv eritrosedimetre şi eprubete Diesel	F
22	Fiole de centrifugă pentru gudroane, coturi Dean Stark	. . . . .	F
23	Biurete şi microbiurete	De toate categoriile	5
24	Pipete	De toate categoriile	F
25	Butirometre, baloane cotate etc. pînă la 1 l inclusiv peste 1 l	. . . . .	F
26	Colburi pt. vîscozimetre	Baloane de vîscozitate	F
27	Seringi pînă la 5 ml inclusiv peste 5 ml	Umane şi veterinare de orice dimensiune	F,R
28	Picnometre	Picnometre cu termometru şi cele fără termometre care au pe ele înscrisă capacitatea	2
29	Măsuri de capacitate uzuale din sticlă, porţelan sau materii ceramice pînă la 1 l inclusiv; de la 1—5 l inclusiv; peste 5 litri	Halbe, ţapi şi alte măsuri cu linie de demarcaţie	F
30	Măsuri de capacitate uzuale din metal sau din lemn pentru lichide sau materii uscate pînă la 1 l inclusiv de la 1 l — 5 l incl. peste 5 litri	. . . . .	1
31	Butelii din sticlă cu capacitatea imprimată şi cu linie de delimitare pînă la 0,5 inclusiv peste 0,5 l inclusiv	Măsuri de sticlă ce se folosesec la distribuţia produduselor alcoolice. Se declară numai cele ce se vor fabrica în 1957	F
32	Măsuri de capacitate model sau similare ca precizie, de metal	Măsuri de control din întreprinderi constructoare	1
33	Butoaie pt. măsurat şi transportat băuturi alcoolice, produse petroliere, uleiuri etc. Autocisterne pt. căruţe etc. Cisterne c.f.r. Budane, zăcători, tocitori, linuri Rezervoare metalice Pentru oricare din acestea : pînă la 1000 l inclusiv de la 101—2000 l inclusiv de la 2001—10000 l incl. de la 10001—50000 l incl. de la 50001—100000 l incl. de la 100001—200000 l incl. de la 200001—1000000 l incl. mai mari de 1.000.000 l	Se vor declara separat autocisternele, cisternele c.f.r. şi rezervoarele metalice	2 2 3 F,R 5
34	Aparate pt. măsurat şi distribuitproduse petroliere	Pompe automate de benzină, petrol	1
35	Aparate pt. măsurat şi distribuit ulei, sirop, bere etc	. . . . .	2
36	Măsuri pt. lapte cu plutitor	. . . . .	1
37	Staţiuni pt. verificarea măsurilor de capacitate	Instalaţii pt. verificat măsurarea capacităţii	1
		IV. *Greutăţi şi balanţe*	
38	Greutăţi model sau similare ca precizie şi greutăţi analitice	Greutăţi ce se folosesc în determinările de laborator la verificarea celor analitice şi la verificarea greutăţilor de lucru	2
	Greutăţi pt. balanţe de cereale pînă la 1 g inclusiv de la 1 g — 100 g incl. de la 100 g — 1000 g incl. peste 1000 g	Truse greutăţi ale balanţelor de cereale	1

Poz. din nomenclatorul tarifar	Felul măsurilor şi aparatelor de măsurat	Detalii	Termen de verificare
39	Greutăţi tehnice şi greutăţi uzuale, de orice formă, din orice materiale pînă la 1 kg inclusiv de la 1 kg — 5 kg incl. de la 5 kg — 20 kg incl. peste 20 kg	. . . . .	1
40	Dispozitive pt. distribuit greutăţi pe talerele şi pîrghiile balanţelor	Greutăţile ce se găsesc în interiorul balanţelor semiautomate	1
41	Greutăţi şine din vagoanele VB şi VRB	Greutăţi şine tip c.f.r.	1
43	Balanţe analitice şi balanţe de precizie similară	Balanţe ce servesc la determinări de laborator	2
44	Balanţe tehnice şi farmaceutice cu coloană	Balanţe ce servesc la determinări de laborator şi în farmacie	1
45	Balanţe tehnice şi farmaceutice de mînă cu sau fără cursor	Idem	1
46	Balanţe uzuale cu braţe egale	. . . . .	1
47	Balanţe cu dublu raport pt. C.A.M.	. . . . .	1
48	Balanţe compuse	Terezii	1
49	Balanţe romane cu un punct de încărcare	Cîntare romane	1
50	Bascule zecimale pînă la 50 kg inclusiv de la 50—200 kg incl. de la 200—500 kg incl. peste 500 kg	Bascule zecimale sînt cele la care se folosesc greutăţi	1
51	Bascule romane şi bascule romane pod pînă la 50 kg inclusiv de la 50—300 kg incl. de la 300—500 kg incl. de la 500—1000 kg incl. de la 1000—2000 kg incl. de la 2000—5000 kg incl. de la 5000—10000 kg incl. de la 10000—30000 kg incl. peste 30000 kg	Basculele romane sînt cele la care nu se folosesc greutăţi	1
52	Bascule şi poduri bascule automate şi semiautomate pînă la 25 kg inclusiv de la 25—500 kg incl. peste 500 kg	Idem însă automate şi semiautomate	1
53	Balanţe automate pt. prod. agricole pt. materiale în bucăţi sau pulverulente pt. lichide etc. pînă la 25 kg inclusiv peste 25 kg	Balanţe ce servesc pentru cîntărirea diferitelor materiale în bucăţi.sau lichide	1
54	Bascule pentru persoane	. . . . .	2
55	Balanţe pentru scrisori şi uz casnic	. . . . .	F
56	Balanţe cu utilizări speciale (puericultură, agrotehnică, zootehnică, fiziologie etc.)	. . . . .	2
57	Balanţe pt. greutatea hectolitrică a cerealelor	Samovare balanţă de cereale de 1 litru şi 1/4 l	1
58	Balanţe pt. determinarea titlului la fire	Se folosesc la determinarea numărului metric la textile	1
—	Balanţe de torsiune	Balanţe cu ax spiral, etc.	2
—	Balanţe de umiditate	Balanţe pt. determinarea umidităţii la textile, cereale, plante	1
	V. *Aparate pt. măsurat temperatura*		
59	Termometre maximale, medicale şi veterinare	Termometre umane şi veterinare	3
60	Termometre pt. baie, cameră şi exterior	. . . . .	F
61	Termometre model sau similare ca precizie cu mercur pînă la 100°C incl. peste 100°C	Se folosesc la verificarea altor termometre	1
62	Termometre de laborator, cu mercur sau alte lichide pînă la 100°C incl. peste 100°C	Se folosesc în laborator la măsurători de precizie	2
63	Termometre tehnice şi industriale cu mercur sau alte lichide pînă la 100°C incl. peste 100°C	Se întrebuinţează la măsurători obişnuite de temperatură	3
64	Termometre manometrice, bimetalice etc. pînă la 100°C incl. peste 100°C	idem	3
65	Termometre cu rezistenţă electrică sau cu cuplu termoelectric modele sau similare ca precizie	Termocuple, pirometre, pirometre optice, pirometre de radiaţie, cable de compensare. Se vor comunica separat. Se va indica şi milivoltmetrele, potenţiometrele şi logometrele respective	1

Poz. din nomenclatorul tarifar	Felul măsurilor şi aparatelor de măsurat	Detalii	Termen de verificare
	uzuale	idem	2
66	Aparate de determinarea inflamabilităţii	Aparate Abel Pensky, Martens Pensky, Marcuson etc.	2
67	Psihrometre	Aparate pt. măsurarea umidităţii aerului	2
—	Higrometre cu fir de păr	Aparate cu fir de păr pt. măsurarea umidităţii	2
	VI. *Aparate pt. măsurat presiuni*		
68	Manometre şi wacuumetre model sau cu precizie similară cu Hg	Tuburi în U, tuburi verticale sau înclinate	1
69	Manometre şi wacuumetre cu lichid, uzuale	Tuburi în U, tuburi verticale, balanţe inelare	F,R
70	Manometre model sau similare ca precizie cu un singur ac indicator	Aparate cu element elastic	
	pînă la 100 kg/cm² inclusiv		
	de la 100—500 kg/cm² incl.		
	de la 500—1000 kg/cm² incl.		
	peste 1000 kg/cm²		
71	Manometre model sau similare ca precizie, cu două ace indicatoare	idem	1
	pînă la 100 kg/cm² incl.		
	de la 100 —500 kg/cm² incl.		
	de la 500—1000 kg/cm² incl.		
	peste 1000 kg/cm²		
72	Manometre metalice uzuale cu un singur ac indicator	idem	1
	pînă la 100 kg/cm² incl.		
	de la 100—500 kg/cm² incl.		
	de la 500—1000 kg/cm² incl.		
	peste 1000 kg/cm²		
73	Manometre metalice uzuale cu 2 ace indicatoare	idem	1
	pînă la 100 kg/cm² incl.		
	de la 100—500 kg/cm² incl.		
	de la 500—1000 kg/cm² incl.		
	peste 1000 kg/cm²		
74	Manometre metalice pt. automobile, aparate de bere, petromaxe, vermorele sau similare	idem	1
75	Vacuumetre metalice model sau similare ca precizie	idem	1
76	Vacuumetre metalice uzuale	idem	1
77	Pompe cu greutăţi pt. verificarea manometrelor metalice	Manometre cu piston şi greutăţi	2
—	Manometre şi vacuumetre înregistratoare	Aparate cu dispozitiv înregistrator	1
—	Micromanometre compensatoare tip Askania	Cu şurub micrometric şi tambur	1
—	Drilometre		1
	VII. *Aparate pentru măsurat forţele şi maşini pentru încercarea materialelor*		
78	Dinamometre, verificarea prin încercare directă	Dinamometre ce se verifică prin încărcare directă	1
	pînă la 50 kg inclusiv		
	de la 50—100 kg incl.		
	de la 100—500 kg incl.		
	de la 500—1000 kg incl.		
	de la 1000—5000 kg incl.		
79	Dinamometre, verificate prin comparaţie	Dinamometre model ce se verifică prin comparaţie	1
	pînă la 100 kg incl.		
	peste 100 kg		
80	Maşini simple de încercat materiale la tracţiune, compresiune sau încovoiere		2
	pînă la 5 kg inclusiv		
	de la 5—50 kg incl.		
	de la 50—500 kg incl.		
	de la 500—1000 kg incl.		
	de la 1000—5000 kg incl.		
	de la 5000—60000 kg incl.		3
81	Aparate sau maşini de încercarea durităţii	Încercări la metale şi diverse materiale	2
82	Maşini de încercare la ambutizare		2
—	Maşini pt. încercat rezilienţa 15—60 kgm		2

Poz. din nomenclatorul tarifar	Felul măsurilor şi aparatelor de măsurat	Detalii	Termen de verificare
—	Aparate pt. încercat cimenturi şi alţi lianţi la tracţiuni de tip Mihaelis 300 kg F		2
83	Torsiometre pentru textile	Balanţe speciale pt. determinarea greutăţi pe m^2	
—	Graniere 0,25—50 g	la hîrtie, ţesături, textile, etc.	2
	VIII. *Aparate pentru măsurat debitele*		
84	Contoare pentru apă (apometre)	Aparate de volum sau viteză ce măsoară cantităţi	
	pînă la 20 mm ∅	de lichide	2
	de la 25—50 mm ∅		
	de la 50—70 mm ∅ incl.		
	de la 70—100 mm ∅ incl.		
	peste 100 mm ∅		
85	Contoare pentru gaz (gazometre)	Aparate de volum sau viteză ce măsoară cantităţi	
	pînă la 20 m^3/oră inclusiv	de gaze	3
	de la 20—250 m^3/oră incl.		
	peste 250 m^3/oră		
86	Contoare diferenţiale orice sistem	Aparate pentru măsurarea debitului prin măsurarea diferenţei de presiune (Foxboro etc.)	1
87	Staţiuni pentru verificarea contoarelor de apă	Instalaţie pentru verificarea contoarelor de apă	3
88	Staţiuni pt. verificarea contoarelor de gaz	Instalaţii pentru verificarea contoarelor de gaz	1
	IX. *Aparate pentru măsurarea densităţilor etc.*		
89	Densimetre, alcoolmetre, lactometre	Aparate ce măsoară densitatea sau concentraţia	4
90	Termodensimetre, termoalcoolmetre şi termolactometre	Aparate ce măsoară densitatea sau concentraţia înzestrate cu termometre	3
—	Cleimetre	Aparate ce măsoară procentul de clei	4
—	Zaharometre	Aparate ce măsoară procentul de zahăr	4
91	Aparate pt. măsurarea tăriei alcoolice la produse nedistilate (vin, bere etc.)	Ebuliometre, aparate Maligand, Salleron, Dujardin etc.	3
92	Vîscozimetre	Vîscozimetrul Engel, Vogel Osaag, Ubbelohde, Höpler	1
93	Colorimetre	Colorimetre Stamer, Saybold, Union, Dubosque	F
94	Balanţe Mohr West-Phall	Pentru măsurarea densităţilor	1
	X. *Aparate pentru analiza gazelor*		
	Aparate Orsat	Aparate pt. analiza CO_2; $CO + H_2$	1
	Aparate magnetice pt. O_2	. . . . .	1
	Oxigenometre	. . . . .	1
	Aparate de fum	Aparate pt. analiza fumului	1
	XI. *Aparate optice*		
—	Truse de sticlă ochelari pt. probe	. . . . .	F
—	Lupe de măsurare	. . . . .	F
	XII. *Viteze de rotaţie*		
	Tacometre de mînă şi stabile	Aparate pt. măsurarea vitezei de rotaţie	2
	Contoare de ture		2

Poz. din nomenclatorul tarifar	Felul măsurilor şi aparatelor de măsurat	Detalii	Termen de verificare
	XIII. *Aparate de măsurat electrice*		
95	Elemente Weston normale	Elemente Weston saturate cl. I şi II modele (etaloane) şi în general acelea care se întrebuinţează în metode potenţiometrice de laborator	2
96	Elemente Weston şi alte elemente uzuale	Elemente nesaturate cl III utilizate în exploatări la potenţiometre portative şi automate	3
97	Galvanometre de 0 (cu oglindă)	Galvanometre de curent continuu cu ac indicator sau spot luminos în interior, care sînt detaşat de instalaţii	F,R
98	Galvanometre de 0 uzuale cu ac sau indicator luminos în interior	Galvanometre cuprinse în instalaţii de măsurare potenţiometrice de c.c de uz general	F,R
99	Ampermetre şi voltmetre modele (etaloane)	Ampermetrele, miliampermetrele, microampermetrele, voltmetrele, milivoltmetrele şl voltampermetrele cu oglindă, ac indicator sau spot luminos în interior de c.c. şi c.alt. de cl. 0,1, 0,2, 0,5, E, şi F., care se utilizează la verificarea altor aparate	1
99	Ampermetre şi voltmetre de laborator similare ca precizie cu modele	idem ca mai sus care se întrebuinţează în laboratoare şi în exploatare (cele din truse-seturi) la bancurile de probă etc., care fac parte din ansamblurile de măsurare şi care nu se întrebuinţează la verificarea aparatelor de măsurat electrice.	
99	Ampermetre şi voltmetre portative pentru exploatări, control şi montaje, indiferent de lungimea scării	Ampermetre, miliampermetre, microampermetre, voltmetre, milivoltmetre şi voltampermetre cl. 1,5, 2,5 G şi H, precum şi fără clasă însă cu oglindă, indiferent de lungimea scării, care se întrebuinţează la control şi măsuri în exploatări	1
100	Ampermetre şi voltmetre uzuale (de tablou) cl. 1,5 2,5 şi cele fără clasă cu lungimea scării mai mare de 100 mm	Ampermetrele, miliampermetrele, microampermetrele, kiloampermetrele, voltmetrele, milivoltmetrele, kilovoltmetrele cu citire directă sau cu înregistratoare, fixate în tablouri şi pupitre	2
101	Ampermetre şi voltmetre fără cl. şi oglindă cu lungimea scării mai mică de 100 mm	Cele portative, cele fixate în tablouri şi pupitre sau în ansambluri de măsurare care servesc la indicarea prezenţei mărimilor respective	F,R
102	Wattmetre modele (etaloane)	Wattmetrele monofazate cu ac indicator, oglindă sau spot luminos în interior cl. 0,1, 0,2, 0,5 E. şi F, care se utilizează la verificarea altor wattmetre, contoare etc.	1
102	Wattmetre de laborator similare ca precizie cu modelele	idem ca mai sus, care se întrebuinţează însă la măsurări de precizie în exploatare	1
102	Wattmetre portative pentru exploatări, control şi montaje, indiferent de lungimea scării	Wattmetrele tehnice cu şi fără oglindă de cl. 1 ; 1,5 ; 2,5 G şi H şi cele fără clasă însă cu oglindă care se întrebuinţează la control în exploatare	1
103	Wattmetre uzuale monofazate de tablou	Wattmetrele, kilowattmetrele şi megawatmetrele monofazate indicatoare şi întregistratoare de putere activă şi reactivă fixate în tablouri sau pupitre cl. 1 ; 1,5 ; 2,5 G şi H şi cele fără clasă cu scara mai mare de 100 mm	2
104	Wattmetre uzuale trifazate de tablou	idem ca mai sus	2
105	Wattmetre fără clasă şi fără oglindă cu lungimea scării mai mică de 100 mm	Wattmetrele portative şi staţionare format mic fără indicarea clasei şi fără oglindă şi care servesc la indicarea aproximativă a puterii	F,R,
106	Bobine de rezistenţă model (normale)	Rezistenţe, valori unice, care se utilizează ca modele în metode potenţiometrice sau la măsurări de precizie ridicată în laboratoare şi numai la verificarea de aparate de măsurat electrice	2
106	Bobine de rezistenţă similare ca precizie cu bobinele model	idem ca mai sus, însă se întrebuinţează la diferite măsurări de precizie în laboratoare	2
107	Bobine de rezistenţă uzuale	Rezistenţe valori unice fără prize de potenţial care se întrebuinţează în exploatare sau ca rezistenţe adiţionale la aparatele indicatoare de tablou, precum şi şunturile detaşate	2
108	Cutii de retistenţă model sau similare ca precizie	Cutii cu rezistenţe multiple cl. 0,02—0,2 sau fără clasă însă cu dispozitive de potenţial (găuri în ploturile de contact), divizoarele de tensiune, rezistenţele adiţionate ale voltmetrelor şi wattmetrelor modele şi similare ca precizie	2
108	Punţi model sau similare ca precizie (fără aparatul de 0)	Punţile de laborator cu clasa 0,02—0,2 sau fără clasă însă cu dispozitive de luare de potenţial (găuri în ploturile rezistenţelor)	2
109	Cutii de rezistenţă uzuale (tehnice)	Ploturile de contact ale rezistenţelor nu au dispozitive pentru potenţial	2

Poz. din nomenclatorul tarifar	Felul măsurilor şi aparatelor de măsurat	Detalii	Termen de verificare
110	Punţi uzuale (fără aparate de 0)	Punţile tehnice portative şi staţionare de curent continuu inferioare cl. 0,2, fără dispozitive de potenţial, fără aparatul de 0 dacă acesta este detaşat	3
111	Potenţiometre model şi similare ca precizie	Potenţiometrele (compensatoare) de c.c. cl. de precizie 0,02—0,5 a căror ploturi au dispozitive (găuri) pentru luare de potenţial, destinate pentru verificări în curent continuu de aparate de măsurat	2
113	Potenţiometre uzuale	Potenţiometre tehnice portative şi stabile de c.c. din ansamblurile de măsurare din exploatare	3
114	Ohmetre	Ohmetre, kilometre, megometre de toate clasele, ca izolavi, monavi, fixometru, inductoare, megger, etc. destinate a măsura rezistenţe de izolaţie de punere la pămînt etc.	3
115	Cosfimetre	Cosfimetre (fazmetre) portative şi staţionare (de tablou) indiferent de clasa de precizie utilizate la tablouri, control în exploatare şi în laboratoare.	3
116	Indicator de faze	Utilizate la determinarea succesiunii fazelor	F,R
117	Transformatori de măsuri de intensitate şi tensiune pînă la 1 500 A respectiv 15 kW pînă la cl. 0,5 inc.	Transformatoarele de măsură (reductoare) portative utilizate în laboratoare, în truse şi instalaţiile de verificări de aparate de măsurat electrice	2
117	Transformatoare de intensitate şi tensiune uzuale (staţionare) de la cl. 0,5—3 incl. pînă la 1500 A respectiv 15 kV.	Transformatoarele din exploatare la care se leagă voltmetrele, ampermetrele, wacuumetrele, cosfimetrele, contoarele, releele etc. de tablou	8
118	Contoare electrice model monofazate şi de c.c.	Contoare portative utilizate la verificarea altor contoare la locul lor de utilizare	
119	Contoare electrice model trifazate	Contoare electrice trifazate (uneori combinate cu monofazate) utilizate la verificarea contoarelor din exploatare	2
			2
120	Contoare electrice de c. alt. monofazate pînă la puterea nominală de 1 kW inclusiv	Pentru lumină, forţă, cu depăşire, simplu tarif, dublu tarif etc.	7
120	Contoare electrice de c. alt. monofazate de la 1—3 kW inc.	idem	7
120	Contoare electrice de c. alt. monofazate de la 3—5 kW incl.	idem	7
120	Contoare electrice de c. alt. monofazate de la 5—10 kW inc.	idem	7
120	Contoare electrice de c. alt. monofazate de la 10—50 kW inc.	idem	7
120	Contoare electrice de c. alt. monofazate peste 50 kW	idem	7
121	Contoare electrice de c. alt. trifazate pînă la puterea nominală de 10 kW inclusiv	Simplu, dublu, triplu, tarif de energie activă şi reactivă, indicator de maxim, depăşire etc. pînă la 20 A peste 20 A	5 3
121	Contoare electrice de c. alt. trifazate puterea nominală de la 10—30 kW inclusiv	idem pînă la 20 A peste 20 A	5 3
121	Contoare electrice de c. alt. trifazate puterea nominală de la 30—100 kW inclusiv	idem pînă la 20 A peste 20 A	5 3
121	Contoare electrice de c. alt trifazate epste 20 A, puterea nominală de la 100—500 kW incl.	idem	3
121	Contoare electrice de c. alt. trifazate, puterea nominală peste 500 kW	idem	3
122	Contoare electrice de c.c. de cantitate pînă la 20 A incl.	Împreună cu şuntul detaşat dacă există	5
122	Contoare electrice de c.c. de cantitate de la 20—30 A inclusiv	idem	3
122	Contoare electrice de c.c. de cantitate de la 30—100 A inclusiv.	idem	3
122	Contoare electrice de c.c. de cantitate de la 100—500 A inclusiv	idem	3
122	Contoare electrice de c.c. de cantitate peste 500 A		
123	Contoare electrice de c.c. wattorămetri putere nominală de 1 kW incl.	idem	3
123	Contoare electrice de c.c. wattorămetri puterea nominală de 1—5 kW inclusiv	idem pînă la 20 A peste 20 A	5 3
123	Contoare electrice de c.c. wattorămetri puterea nominală de 5—10 kW inclusiv	pînă la 20 A idem peste 20 A	5 3
123	Contoare electrice de c.c. wattorămetri puterea nominală de la 20—50 kW incl.	pînă la 20 A idem peste 20 A	5 3
123	Contoare electrice de c.c. wattorămetri puterea nominală de la 50—100 kW incl.	idem	3
123	Contoare electrice de c.c. wattorămetri puterea nominală peste 100 kW	idem	3

Poz. din nomenclatorul tarifar	Felul măsurilor şi aparatelor de măsurat	Detalii	Termen de verificare
124	Staţiuni pentru verificarea măsurilor şi aparatelor de măsurat electrice de curent alt. monofazat şi c.c.	Instalaţii fixe de c.c. şi c. alt. monofazat destinate pt. verificarea voltmetrelor, ampermetrelor, wattmetrelor, fazmetrelor şi contoarelor electrice	3
124	Staţiuni pt. verificarea măsurilor şi aparatelor de măsurat electrice de c. alt. trifazat	idem	3
—	Vlagomere	Aparate care măsoară umiditatea cerealelor, împreună cu presa	1
—	Aparate Weiss	Aparate care măsoară umiditatea cerealelor	
—	Aparate pentru determinarea umidităţii materialelor	Toate celelalte aparate pentru determinarea umidităţii cu excepţia vlagomerelor şi aparatelor Weiss	
—	Ph-metre	Toate principiile de funcţionare fără electrozi	
—	Transformatoare de intensitate peste 1 500 A	Portative şi staţionare de toate clasele	
—	Transformatoare de tensiune peste 15 kV	De toate clasele portative şi staţionare	
—	Transformatoare cleşte	Transformatoare de trecere în formă de cleşte cu ampermetru indicator (Dietze) de toate clasele şi limitele de măsurare	
—	Voltmetre furcă	Voltmetrele fixate pe o furcă din metal pentru măsurarea forţei electromotoare a bateriilor	
—	Galvanometre balistice	Întrebuinţate la măsurarea capacităţiilor, mărimilor magnetice etc.	
—	Staţiuni fixe şi portative pentru verificarea transformatoarelor de intensitate şi tensiune	Schering, Nesterenko, Hohle etc.	
—	Staţiuni pr. verificarea măsurilor şi aparatelor de măsurat de laborator	Instalaţii pt. verificarea voltmetrelor, ampermetrelor etc. Mese compensatoare (potenţiometrice)	
—	Frecvenţmetre pînă la 100 Hz	Atît cele portative de control cît şi cele de tablou vibratoase sau indicatoare de uz general	
—	Capacităţi normale	Care se întrebuinţează ca etaloane în montaje de punţi sau pentru alte măsuri de precizie.	
—	Capacităţii tehnice	Ce se întrebuinţează la diferite aparate de măsurat şi cele de uz general	
—	Cutii de capacităţi	De toate clasele	
—	Bobine de inductanţă normale	Ce se întrebuinţează ca etaloane în montaje de punţi sau pentru alte măsuri de precizie.	
—	Bobine de inductanţă tehnice	Ce se întrebuinţează ca măsură în diferite instalaţii de măsurare	
—	Cutii de inductanţe	Faradmetre şi microfaradmetre	
—	Faradmetre	De laborator şi tehnice, măsurînd capacităţi inducţanţe, rezistenţe constante de timp, coeficientul unghiului de pierdere etc.	
—	Punţi de c. alt.		
—	Aparate pt. măsurat proprietăţile magnetice ale materialelor.	Fluxmetre, permeametre, aparat Kepsel, ferometre etc.	
—	Măsurători de undă şi frecvenţmetre peste 100 Hz	. . . . .	
—	Voltmetre electronice	. . . . .	

XIV. *Aparate pentru măsurarea timpului*

125	Secundometre (cronometre) pentru laboratoare, producţie sau măsurători oficiale de timp	Cu opritoare sau declanşare manuală sau electrică (stopuri) care măsoară intervalele scurte cu preccizia de 0,1, 0,2, 0,5 etc. secunde	1

VIII F 2434

Institut de Documentare tehnică
BUCUREȘTI
OBMEN - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - ОБМЕНА

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

9

Septembrie 1956

REVISTA

„METROLOGIA APLICATA“

SE GĂSEȘTE DE VÎNZARE LA

DIRECȚIA GENERALĂ DE METROLOGIE

STRADA ȘTIRBEI VODĂ nr. 186

ȘI LA

LIBRĂRIA ACADEMIEI

CALEA VICTORIEI Nr. 27 — BUCUREȘTI

Nr. 9
Sept.
1956

METROLOGIA APLICATĂ

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

APARE SUB CONDUCEREA UNUI COMITET DE REDACȚIE

SUMAR

Pag.

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing.L. BADEA — Măsurarea debitelor fluidelor în procesele chimice. (Partea III-a) 3

Prof. I. PLĂCINȚEANU — Detectarea și apărarea contra radiațiilor nucleare nocive 9

Ing. N. ROMAN — Telemăsurarea — măsurări la distanță — metode și scheme de funcționare 12

Ing. Z. SCHAPIRA — Forța de apăsare la aparatele de măsurat lungimi 19

MARIANA BIRJIGA — Rezistențele etalon de crom-aur 27

Ing. I. DUMITRESCU — Unele probleme ale aparatelor de măsurat de pe bordul avioanelor 31

Ing. M. STANCIULESCU — Condiți speciale ale aparatelor de măsurat din aviație 35

DIN EXPERIENȚA U.R.S.S.

B. N. VORONȚOV — Acțiunea de verificare. Dispozitive pentru verificarea mijloacelor de măsurare a dimensiunilor (mărimilor) liniare 37

PROBLEME ECONOMICO ORGANIZATORICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Organizarea supravegherii interne a mijloacelor de măsurare . . 40

REDACȚIA
ȘI
ADMINISTRAȚIA

DIRECȚIA GENERALĂ DE METROLOGIE

Str. ȘTIRBEI VODĂ, 186
TELEF. 62031

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Инж. Л. БАДЯ: Измерение расхода жидкостей при химических процессах (часть III) 3

Проф. И. ПЛАЧИНТЯНУ Распознавание вредных ядерных излучений и защита против них . . . 9

Инж. Б. РОМАН: Телеизмерение — дистанционное измерение. Способы и схемы работы 12

Инж. Л. ШАПИРО: Пажимная сила приборов для линейных измерений 19

Стр.

МАРИАННА БЫРЖИГА: Хромово-золотое эталонное сопротивление 27

Инж. И. ДУМИТРЕСКУ: Некоторые вопросы измерительной бортовой аппаратуры самолетов . . 31

Инж. М. СТАНЧУЛЕСКУ: Специальные условия авиационных измерительных приборов 35

ИЗ ОПЫТА СССР

Д М, ВОРОНЦОВ: Проверочное дело. Приспособления для проверки измерительных средств линейных размеров (величин) 37

SOMMAIRE

Pag.

PROBLÈMES TECHNIQUES DE LA MÉTROLOGIE APPLIQUÉE

Ing. L. BADEA — La mesure des débits des fluides dans les processus chimiques (troisième portie) 3

Prof. PLĂCINŢEANU I. — La détection des radiations nucléaires nocives et la défense contre leur action 9

Ing. E. ROMAN — Télémesures. Méthodes et schémas de fonctionnement 12

Ing. L. SCHAPIRA — La pression exercée par les touches des instruments à mesurer les longueurs 19

Pag.

MARIANA BIRJIGA — Résistences-étalons en chrome-or 27

Ing. I. DUMITRESCU — Quelques problèmes concernant les instruments de mesure installés au bord des avions 31

Ing. M. STĂNCULESCU — Conditions spéciales requises aux instruments de mesure utilisés en aéronautique 35

DE L'EXPERIENCE DE L'U.R.S.S.

B. VORONŢOV — L'action de contrôle. Dispositife pour la vérification de l'outillage utilisé à la mesure des dimensions linéaires . . . 37

Măsurarea debitelor fluidelor în procesele chimice

Ing. L. BADEA

PARTEA III

В первой и второй частях работы было дано описание расходомеров переменно-дифференцированного давления и установки расходомеров для жидких газов и для вызывающих и невызывающих коррозию паров. В этой третьей части расматривается ряд других применяемых, обычно в промышленности, расходомеров.

★

Dans la première et la deuxième partie de l'ouvrage, l'auteur étudie les compteurs à pression différentielle variable et l'installation des compteurs à gaz liquides, à vapeurs corrosifs et noncorrosifs.

Dans la partie qui suit, il présente un autre groupe de compteurs, à utilisations courantes dans l'industrie.

DEBITMETRE CU PRESIUNE DIFERENȚIALĂ CONSTANTĂ

În principiu aceste aparate sînt compuse dintr-un element mobil (flotor, piston, paletă) care se deplasează într-un corp cu o formă oarecare funcție de variația suprafeței secțiunii de trecere a fluidului, care la rîndul său este proporțională cu debitul.

Forța, care deplasează elementul mobil, reprezintă diferența presiunilor pe ambele părți ale sale, iar forța de echilibru este greutatea lui.

Din ecuația (1) rezultă că dacă presiunea diferențială ΔP este constantă, debitul fluidului depinde numai de variația suprafeței secțiunii de trecere S. Din această cauză aceste debitmetre sînt denumite adeseori debitmetre cu suprafața secțiunii de trecere variabilă.

Principalele aparate din această categorie, folosite în industrie, sînt:

Debitmetre *cu flotor liber* (*rotametre*).

Debitmetre *cu flotor* (cu secțiune de trecere inelară).

Debitmetre *cu piston* (cu secțiune de trecere dreptunghiulară).

Debitmetre *cu paletă*.

Rotametrul constă dintr-un tub conic vertical în interiorul căruia se poate mișca liber un flotor. Capătul tubului conic cu diametrul mai mic este îndreptat în jos. Fluidul care intră pe la partea inferioară a tubului deplasează flotorul pînă la o poziție la care greutatea acestuia este echilibrată de presiunea dinamică a fluidului. În același timp flotorul capătă o mișcare de rotație, fiind prevăzut cu o serie de canale oblice avînd rol de centrare. Debitul fluidului care trece prin rotametru este indicat de poziția flotorului. În cazul tuburilor conice de sticlă, gradațiile sînt chiar pe acestea.

Ecuația generală de calcul a rotametrelor este:

$$V = \beta S \sqrt{\frac{2 g v (\gamma_f - \gamma)}{\gamma S_f}} \qquad (3)$$

unde,

V = debitul volumetric al fluidului.

B = constantă (depinde de natura fluidului și forma flotorului).

S = suprafața secțiunii tubului conic

g = accelerația gravității

v = volumul flotorului

γ_f = greutatea specifică a flotorului

γ = greutatea specifică a fluidului

S_f = suprafața celei mai mari secțiuni a flotorului.

În fig. 20 sînt reprezentate schematic principalele tipuri de rotametre.

Tipurile *a* și *b* sînt cele mai des folosite în instalațiile chimice pilot și semiindustriale. Tipul *e* prezintă avantajul unei construcții mai simple, deoarece nu necesită un tub conic transparent ci unul cilindric ușor de confecționat. În cazul rotametrelor de la *c*, *d*, *f*, flotorul este prevăzut cu o tijă indicatoare la una din extremități unde se află o sticlă vizoare. Rotametrul cu transmisie prin inducție electromagnetică a căpătat recent aplicabilitate pentru măsurări la distanță.

În fig. 21 sînt reprezentate principalele tipuri de flotoare ale rotametrelor.

Rotametrele se folosesc pentru debite începînd de la cîțiva litri pe oră pînă la 20.000 l/h în cazul lichidelor și 350.000 l/h în cazul gazelor. Presiunea maximă de lucru depinde de construcția rotametrului, putînd ajunge pînă la

cîteva sute de atmosfere. Precizia de măsurare în general nu depăşeşte ± 2%.

Larga aplicabilitate a rotametrelor se datoreşte simplităţii construcţiei, faptului că pot

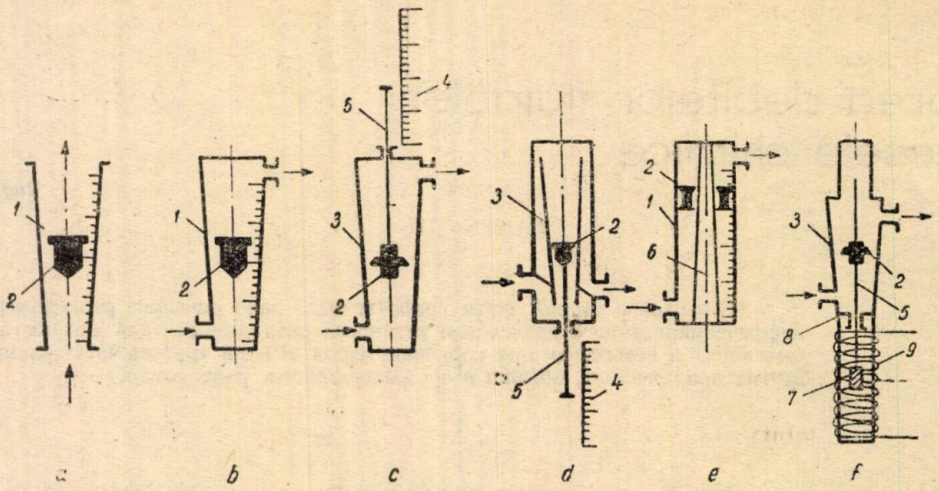


Fig. 20. Rotametre.

a. Cu tub transparent conic, pentru conducte verticale ; *b* — Cu tub transparent conic, pentru conducte orizontale ; c, d — Cu tub metalic conic, pentru conducte orizontale ; *e* — cu tub cilindric transparent şi miez conic ; *f* — Cu transmisie prin inducţie electromagnetică.

1 — Tub conic transparent gradat ; *2* — Flotor ; *3* — Tub conic metalic ; *4* — Cadran ; *5* — Tijă ; *6* — Miez conic ; *7* — Miez de fier ; *8* — Tub de separaţie ; *9* — Bobină de inducţie.

fi confecţionate din materiale rezistente la acţiunea corozivă a fluidelor şi posibilităţii de schimbarea scării prin înlocuirea flotorului.

Principalele materiale de construcţie ale flotoarelor şi fitingurilor rotametrelor sînt : alama,

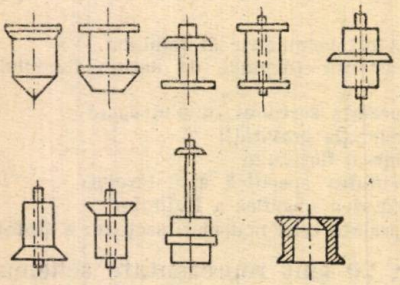


Fig. 21. Flotoare pentru rotametre.

bronzul, oţelul, oţelul inoxidabil, aluminiul şi porţelanul.

Tuburile conice sînt confecţionate deobicei de sticlă borosilicat.

Debitmetrul cu flotor, reprezentat schematic în fig. 22 este format dintr-un corp *1* (asemănător constructiv corpului unui robinet) în interiorul căruia se află peretele despărţitor *2* prevăzut cu o deschidere circulară.

Deplasarea flotorului *3* este proporţională cu debitul care trece prin aparat, valorile acestuia fiind indicate pe cadranul *6* de către acul indicator 5.

Debitmetrul cu piston (fig. 23) este compus dintr-un corp *1* în interiorul căruia se află bucşa *2* prevăzută cu două orificii : orificiul de intrare cu secţiunea circulară şi orificiul de ieşire cu secţiunea dreptunghiulară.

Deschiderea orificiului de ieşire este determinată de poziţia pistonului *3*. Prin trecerea fluidului, pistonul se va deplasa pînă cînd diferenţa presiunilor înainte şi după orificiul drep-

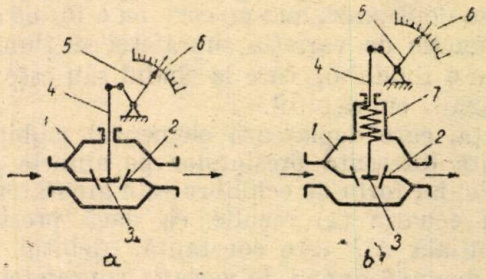


Fig. 22. Debitmetru cu flotor.

a. simplu ; *b*. cu resort

1 — Corp ; *2* — Perete despărţitor ; *3* — Flotor ; *4* — Mecanism de transmitere ; *5* — Ac indicator ; *6* — Cadran.

tunghiular de ieşire va fi echilibrată de greutatea pistonului. Poziţia acestuia indică valoarea debitului care trece prin aparat.

Debitmetrul cu paletă, reprezentat schematic în fig. 24, se utilizează pentru măsurarea debitelor mici de lichide.

Aparatul este compus dintr-un corp *1* în interiorul căruia se află paleta *2*. Lichidul adus prin tubul *3* loveşte paleta, deplasînd-o proporţional cu debitul.

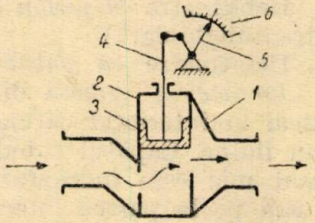


Fig. 23. Debitmetru cu piston.

1 — Corp ; *2* — Bucşă ; *3* — Piston ; *4* — Mecanism de transmitere ; *5* — Ac indicator ; *6* — Cadran.

Debitmetre cu nivel variabil. Debitmetrele cu nivel variabil, sînt aparate bazate pe mă-

surarea nivelului lichidului introdus într-un rezervor şi evacuat din acesta printr-o deschidere. Înălţimea lichidului este proporţională cu debitul evacuat:

Formula de calcul a acestor debitmetre este:

$$V = \delta \cdot Se\sqrt{2gh} \qquad (4)$$

unde,

V = debitul volumetric al lichidului

Se = suprafaţa secţiunii de evacuare.

g = acceleraţia gravităţii.

h = înălţimea lichidului

δ = constantă (depinde de natura fluidului şi construcţia aparatului).

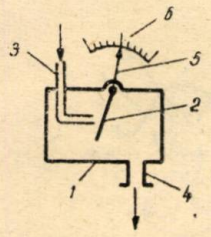


Fig. 24. Debitmetru cu paletă.

1 – Corp; *2* – Paletă; *3* – Tub de intrare; *4* – Tub de evacuare; *5* – Ac indicator; *6* – Cadran.

Principalele debitmetre din această categorie sînt:

Debitmetre *cu tub lateral.*

Debitmetre *cu deschidere de evacuare în formă de fantă.*

Debitmetre *cu plutitor* şi

Debitmetre *cu manometru diferenţial* şi

Debitmetre *cu manometru.*

În fig. 25 este reprezentat schematic un debitmetru cu nivel variabil cu tub lateral.

Înălţimea lichidului din tubul lateral *3* este proporţională cu valorile debitului care se scurge prin orificiul de la baza vasului *1*. Asemenea aparate se folosesc pentru măsurarea debitelor mici, în instalaţiile de laborator, pilot şi semiindustriale.

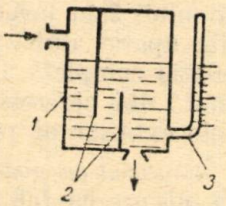


Fig. 25. Debitmetru cu nivel variabil cu tub lateral.

1 – Vas; *2* – Sicană; *3* – Tub lateral transparent gradat.

În fig. 26 sînt reprezentate schematic trei tipuri de debitmetre cu nivel variabil şi deschiderea de evacuare în formă de fantă

Debitmetre de tipul celor reprezentate în fig. 26 srvesc pentru măsurarea debitelor scăzute.

În fig. 27 este reprezentat schematic un debitmetru cu nivel variabil, cu plutitor.

Debitul lichidului este evacuat prin tubul *4* prevăzut cu o deschidere în formă de fantă.

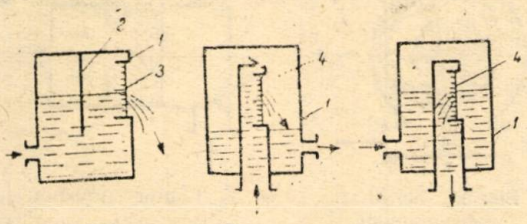


Fig. 26. Debitmetre cu nivel variabil cu deschidere de evacuare în formă de fantă.

1 – Vas; *2* – Sicană; *3* – Cadran *4* – Tub transparent gradat.

Nivelul lichidului este indicat de poziţia plutitorului *3*, pe cadranul *9* gradat în unităţi de debit. Debitmetrele de acest tip sînt uneori prevăzute cu dispozitive de transmitere la distanţă a valorilor măsurate.

În fig. 28 este reprezentat schematic un debitmetru cu nivel variabil cu manometru diferenţial.

Un capăt al manometrului diferenţial comunică cu vasul *1* prin care trece lichidul. Variaţiile de nivel determină deplasarea corespunzătoare a flotorului *4*, poziţiile acestuia fiind indicate pe cadranul *7*.

În fig. 29 este reprezentat schematic un debitmetru cu nivel variabil cu manometru diferenţial. Variaţiile nivelului lichidului din vasul *1*, determină variaţiile corespunzătoare ale presiunii aerului din camera inelară 3. Manometrul 4 este gradat în unităţi de debit. Asemenea debitmetre se folosesc în special la măsurarea debitelor de acizi şi baze.

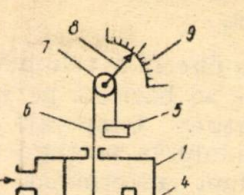


Fig. 27. Debitmetru cu nivel variabil cu plutitor.

1 – Vas; *2* – Sicană; *3* – Plutitor; *4* – Tub de evacuare; *5* – Contra-greutate; *6* – Cablu; *7* – Mecanism de transmitere; *8* – Ac indicator; *9* – Cadran.

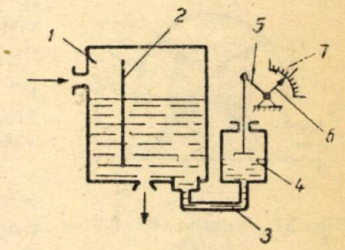


Fig. 28. Debitmetru cu nivel variabil cu manometru diferenţial.

1 – Vas; *2* – Sicană; *3* – Manometru diferenţial; *4* – Flotor; *5* – Mecanism de transmitere; *6* – Ac indicator; *7* – Cadran.

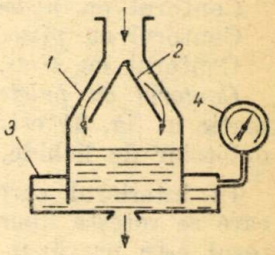


Fig. 29. Debitmetru cu nivel variabil cu manometru.

1 – Vas; *2* – Sicană; *3* – Cameră inelară; *4* – Manometru.

Debitmetrele cu nivel variabil se folosesc în instalaţiile chimice adeseori la măsurarea debitelor lichidelor în canale deschise.

Aceste debitmetre sînt compuse dintr-un jghiab sau canal de aducţie şi debitmetrul propriu zis care poate fi dintre tipurile reprezentate în fig. 25, 26, 27, 28 sau 29.

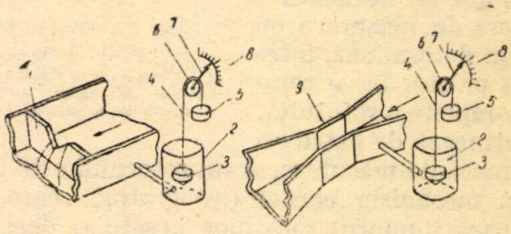


Fig. 30. Debitmetre cu nivel variabil pentru măsurarea debitelor în canale deschise.

a – Cu jghiab; *b* – Cu canal de aducţie. *1* – Jghiab; *2* – Vas; *3* – Plutitor; *4* – Cablu; *5* – Contragreutate; *6* – Mecanism de transmitere; *7* – Ac indicator; *8* – Cadran; *9* – Canal de aducţie.

În fig. 30 sînt reprezentate două asemenea tipuri de debitmetre.

Poziţia plutitorului *3* este corespunzătoare nivelului lichidului care circulă prin canal.

În locul nivelmetrului cu plutitor se poate utiliza manometrul diferențial cu flotor și mercur, cu sifon și cu membrană, una dintre presiuni fiind dată de coloana de lichid, iar cealaltă fiind presiunea atmosferică.

Debitmetre cu măsurarea directă a volumului sau vitezei. Aceste aparate se bazează pe împărțirea temporară a fluidului în porțiuni cu volum determinat și însumarea acestora, sau pe rotirea unui dispozitiv pus în mișcare de viteza fluidului.

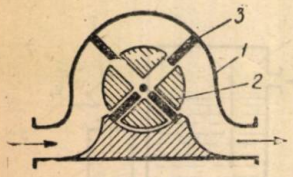


Fig. 31. Contor cu palete mobile.
1 — Carcasă; *2* — Rotor; *3* — Paletă

Debitmetrele cu măsurarea directă a volumului sau vitezei, sînt denuimte curent contoare și sînt utilizate în special pentru măsurarea debitelor de apă, fracțiuni de petrol și combustibil gazos sau lichid. În cazul apei, aceste debitmetre poartă denumirea de apometre. Principalele debitmetre din această categorie sînt:

Contorul cu *palete mobile.*
Contorul cu *palete fixate.*
Contorul cu *pistoane rotative.*
Contorul cu *piston oscilant.*
Contorul cu *piston simplu.*
Contorul cu *elice.*

Contorul cu palete mobile reprezentat schematic în fig. 31 este folosit pentru măsurarea debitelor de lichide.

În interiorul carcasei *1* se află rotorul *2* care se rotește liber în jurul axului său. Rotorul este prevăzut cu patru tăieturi echidistante care servesc ca ghidaj pentru paletele *3*. Fluidul care trece prin aparat determină deplasarea radială a paletelor și rotirea rotorului *2*. La anumite intervale de timp se formează o cameră de măsurare cu volum determinat, între două palete. La o rotație completă a rototului, se formează de patru ori o cameră de măsurare. Axul rotorului este legat la un mecanism contor (integrator), care însumează numărul rotațiilor acestuia, deci valorile debitului trecut prin aparat.

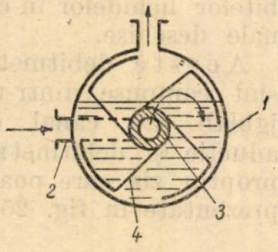


Fig. 32. Contor cu palete fixe.
1 — Carcasă; *2* — Conductă de admisie; *3* — Rotor; *5* — Conductă de evacuare.

Contorul cu palete fixe (*Contorul umed*), reprezentat schematic în fig. 32 este utilizat pentru măsurarea debitelor de gaze.

Carcasa *1* este umplută ceva mai mult de jumătate cu apă. Gazul este adus în aparat prin conducta de admisie *2* și trece în spațiul de deasupra apei. Pe axul rotorului *3* sînt fixate paletele *4*. Gazul care trece sub o paletă avînd o presiune mai mare decît la ieșirea din aparat deplasează paleta și împreună cu ea axul legat la mecanismul contor.

Contoarele cu pistoane rotative reprezentate schematic în fig. 33 sînt utilizate pentru măsurarea debitelor lichidelor.

Prin trecerea lichidului, pistoanele rotative *2* se rotesc, rotația acestora fiind transmisă prin intermediul unei roți dințate mecanismului contor. Camera de măsurare este formată între peretele interior al carcasei *1* și pistoanele *2*.

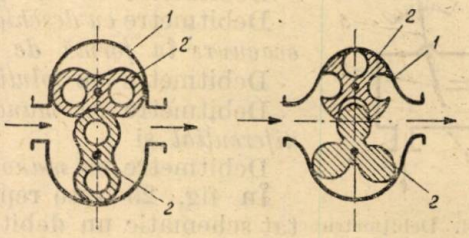


Fig. 33. Contor cu pistoane rotative.
1 — Carcasă; *2* — Piston rotativ.

Contorul cu piston oscilant (fig. 34) servește pentru măsurarea debitelor lichidelor.

Trecerea lichidului determină deplasarea pistonului *2* în jurul cilindrului *3*, lichidul ieșind din aparat după ce pistonul a efectuat o oscilație completă. Camera de măsurare este formată din peretele interior al carcasei și peretele exterior al pistomului.

Contorul cu piston simplu (fig. 35) este folosit la măsurarea debitelor de gaze și lichide. Funcționarea acestuia este asemănătoare pompelor cu piston.

Contorul cu piston are o utilizare restrînsă în industrie, în special datorită influenței etan-

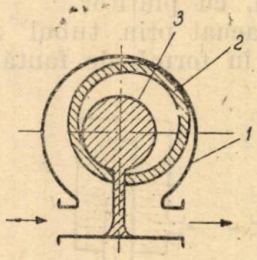


Fig. 34. Contor cu piston oscilant.
1 — Carcasă; *2* — Piston oscilant; *3* — Cilindru.

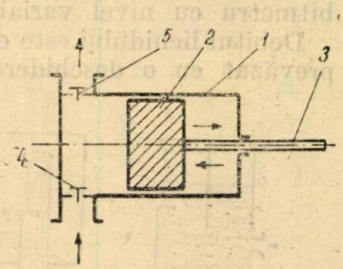


Fig. 35. Contor cu piston simplu.
1 — Carcasă; *2* — Piston; *3* — Tijă; *4* — Supapă de admisie; *5* — Supapă de evacuare.

șărilor asupra preciziei de măsurare și limitării domeniului de aplicabilitate.

O perfecționare a contorului cu piston o constituie contorul cu două și cu patru pistoane bazate pe același principiu de funcționare.

Contorul cu elice (fig. 36) are aplicabilitate în industrie mai cu seamă la măsurarea debitelor de apă.

Lichidul care trece prin aparat, determină rotirea rotorului *3* pe care este montată elicea *2*, proporțional cu viteza sa. Rotațiile sînt transmise unui mecanism contor.

Contorul cu elice este denumit adesea contor rapid sau de viteză.

Avantajele debitmetrelor cu măsurarea directă a volumului sau vitezei constau în posibilitatea însumării valorilor măsurate, și preciziei de măsură acceptabilă (între $\pm$ 0,1% și $\pm$2%).

Dezavantajele sînt: nu permit înregistrare sau indicare, construcție relativ complicată, uzură rapidă și domeniu redus de aplicabilitate.

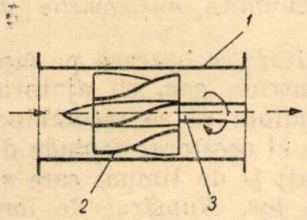


Fig. 36. Contorul cu elice.
1 – Corp; *2* – Elice; *3* – Rotor.

Debitmetre ultrasonice. Aceste aparate se bazează pe măsurarea vitezei sunetului în fluid.

In fig. 37 este reprezentat schematic un astfel de debitmetru.

In direcția de scurgere a fluidului și în contracurent sînt emise de către emițătoarele *1*, unde ultrascurte. Diferența celor două viteze ale undelor, este proporțională cu viteza fluidului, deci cu debitul acestuia și este măsurată cu ajutorul receptoarelor *2*, dispozitivul de amplificare electronic *3*, și aparatul de măsurat *4*. Debitmetrul ultrasonic este independent de viscozitatea, conductivitatea electrică și variațiile presiunii fluidului, dar prezintă dezavantajul unei construcții complicate. Precizia de măsurare este de $\pm$ 2%.

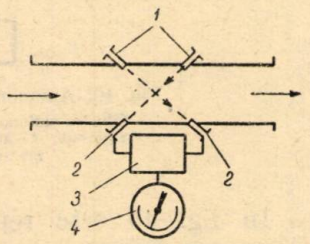


Fig. 37. Debitmetru ultrasonic.
1 – Emițător de unde ultrascurte; *2* – Receptor; *3* – Dispozitiv de amplificare electronic; *4* – Aparat de măsurat.

Asemenea debitmetre se folosesc rareori în industrie și anume în cazul fluidelor care prezintă pulsații.

Debitmetre electrice. Debitmetrele electrice se bazează pe măsurarea debitului fluidelor cu ajutorul mărimilor electrice.

Principalele debitmetre electrice folosite în industrie sînt: debitmetrul calorimetric și debitmetrul electromagnetic.

Debitmetrul calorimetric este folosit la măsurarea debitelor gazelor. El se bazează pe introducerea unei cantități constante de căldură în gaz și măsurarea variației de temperatură produse. Unele debitmetre calorimetrice se bazează pe măsurarea cantității de căldură care produce o variație de temperatură a gazului constantă. Ecuația de bază a acestor aparate este:

$$G = \frac{Q}{C_p \cdot \Delta t} \qquad (5)$$

unde,

G = debitul gravimetric al gazului.

Q = cantitatea de căldură pe unitatea de timp.

Δt = diferența între temperatura gazului înainte și după încălzire.

C_p = căldura specifică medie a gazului.

In fig. 38 este reprezentat schematic un debitmetru colorimetric bazat pe introducerea unei cantități constante de căldură în gaz și măsurarea variației de temperatură produse.

Elementul de încălzire *3* este alimentat de un curent electric a cărui putere se menține constantă. Diferența de temperatură a termometrelor cu rezistență *2*, măsurată cu un milivoltmetru, la o putere dată a curentului de încălzire al elementului *3*, este proporțională cu debitul gazului care trece prin aparat.

După cealaltă variantă, este menținută o diferență de temperatură a gazului constantă (circa 1—2°C) măsurată cu cele două termometre *2*, prin încălzirea corespunzătoare a elementului de încălzire *3*. Variațiile debitului gazului tind să schimbe diferența de temperatură. Pentru ca aceasta să rămînă constantă, este variată cu ajutorul unor relee puterea curentului de încălzire. Wattmetrul care măsoară această putere este gradat în unități de debit.

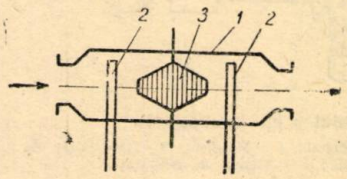


Fig. 38. Debitmetru calorimetric.
1 – Corp; *2* – Termometru; *3* – Element de încălzire.

Debitmetrele calorimetrice prezintă următoarele avantaje: posibilitatea înregistrării și integrării valorilor măsurate, nu sînt influențate de variațiile de presiune și temperatură, nu depind de compoziția gazului, nu prezintă pierderi de presiune, permit măsurarea la distanță și au o precizie ridicată ($\pm$ 0,2 $\pm$ 0,5γ) Dezavantajele sînt: necesită etalonări prin comparație cu alte aparate, întreținere, reparație și construcție complicată.

Debitmetrele calorimetrice se utilizează în industrie rareori și anume în cazul gazelor care prezintă mari variații de presiune și temperatură.

Debitmetrul electromagnetic, funcționează pe același principiu ca generatorul electric. Este unul dintre cele mai noi tipuri de debitmetre aplicat în procesele chimice pentru gaze și lichide corozive sau care conțin suspensii (nămoluri, detergenți, soluții de acizi grași sintetici, soluții de săpun, bere, etc.).

In fig. 39 este reprezentat schematic un asemenea aparat.

Aparatul este format dintr-un corp cilindric *1* din oțel inoxidabil nemagnetic, izolat interior cu email și neopren și care se află în cîmpul magnetic al electromagnetului *3* alimentat cu curent alternativ.

În interiorul corpului *1* sînt fixaţi doi electrozi *2*, din oţel inoxidabil sau platin şi izolaţi cu tetrafluor tilenă. Tensiunea alternativă de inducţie, creiată între cei doi electrozi *2*, este proporţională cu debitul fluidului care trece prin tubul *1* şi care acţionează ca un conductor mobil. Această tensiune este amplificată de un dispozitiv de maplificare electronic *4* şi transmisă unui aparat de măsurat *5* gradat în unităţi de debit.

Avantajele aparatului sînt: precizie ridicată ($\pm 0{,}5 \ldots \pm 1\%$), scară uniformă, posibilitatea schimbării scării de măsurare instalarea simplă, permite măsurarea debitelor în ambele sensuri

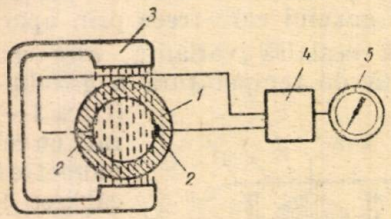


Fig. 39. Debitmetru electromagnetic.
1 – Corp cilindric; *2* – Electrod; *3* – Magnet; *4* – Dispozitiv de amplificare electronic; *5* – Aparat de măsurat.

de scurgere ale fluidului, nu prezintă pierderi de presiune (neavînd nici un element instalat în interiorul conductei principale) şi nu este influenţat de variaţiile viscozităţii, densităţii, conductivităţii termice, regimului de curgere (laminar sau turbulent) sau prezenţa solidelor în suspensie.

Dezavantajele sînt: necesită în construcţie materiale scumpe şi anexe complicate şi costisitoare şi implică o întreţinere dificilă.

Debitmetre cu isotopi radioactivi. Măsurarea debitelor cu isotopi radioactivi este aplicată deocamdată pe scară redusă. Se pare că metoda va lua o amplă dezvoltare în viitor.

Una din metodele folosite pentru măsurarea marilor debite de lichide în instalaţiile de rectificare constă în injectarea în conducta prin care circulă lichidul a isotopilor radioactivi de Sb^{124}.

Cu ajutorul unui contor Geiger se determină viteza de deplasare a isotopilor şi de aici debitul lichidului.

Pentru soluţiile de săruri şi coloranţi se foloseşte ca isotop radiactiv Na^{24}.

Cantităţile de material radioactiv folosite sînt de ordinul cîtorva milicurie (1 milicurie = $= 2{,}2 \times 10^9$ atomi desintegraţi pe minut).

Pentru măsurarea debitelor mici se realizează debitmetrele denumite *anemometre de ionizare*.

Anemometrul de ionizare se bazează pe faptul că ionii formaţi într-un gaz, cu ajutorul particulelor β, au tendinţa să se recombine. Gradul de recombinare al acestora, depinde de numărul de ioni formaţi şi de timpul care se scurge după formarea lor. Numărul de ioni formaţi şi timpul scurs după formarea lor depind de debitul gazului.

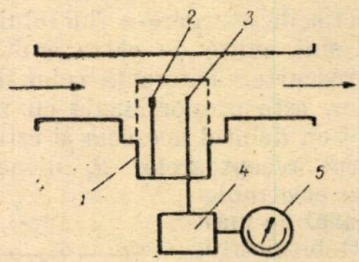


Fig. 40. Anemometru de ionizare.
1 – Cilindru perforat; *2* – Sursă de raze β; *3* – Electrod; *4* – Amplificator; *5* – Aparat indicator.

In fig. 40 este reprezentat schematic un asemenea aparat.

Ionii rămaşi necombinaţi sînt atraşi de electrodul *3*, gradul de ionizare al gazului fiind măsurat de aparatul indicator *5*. Cilindrul perforat *1* are rolul de grilă distribuitoare.

Detectarea şi apărarea contra radiaţiilor nucleare nocive

Prof. dr. I. I. PLĂCINŢEANU

Автор излагает в сжатой форме основные сведения по дозировке альфа, бета и гама—излучений вообще, приводя одновременно принятые в настоящее время измерительные единицы, в особенности в связи с оценкой вредности излучеоий.

Описываются вкратце распознавательные средства и приспособления искусственно радиоактивных излучений изотопов, применяемых в условиях создания лабораторий изотопных излучений при работе в этих лабораториях и при защите исследовательских работников.

★

L'auteur expose, en les résumant, les notions fondamentales relatives au dosage des radiations alpha, béta et gama en général; il donne aussi les unités de mesure employés à présent en ce qui concerne l'appréciation de la nocivité des radiations.

En conclusion, il indique sommairement les moyens et les dispositifs utilisés pour détecter les radiation des isotopes artificiels radioactifs. Des applications sont indiquées quant à la construction des laboratoires pour les radiations isotopiques, à l'activité des susdites laboratoires et à la protection du personnel qui y travaille.

După cum se ştie, razele Roentgen, razele beta şi razele gama, produse prin dezintegrarea radioactivă naturală a radiumului, cu care se operează în laboratoare şi clinici, ating numai din exterior corpul lucrătorului. De aici rezultă că pericolul de accidentare există numai în apropierea imediată a izvoarelor de iradiere.

D scoperirea radioactivităţii artificiale, cu numeroşi radioizotopi artificiali. a deschis însă posibilităţi noi în cercetarea ştiinţii că — prin dezvol area domeniului întins al energiei nucleare, a dezintegrării nucleului, a teoriei mezonice şi a particulelor elementare din ce în ce mai numeroase. Radioactivitatea artificială aduce însă cu sine şi mărirea pericolului accidentelor din cauza iradiaţiilor. Aceste noi radiaţii produse prin dezintegrarea artificială atunci cînd se obţin radioizotopi artificiali cu care se lucrează mai departe, drept surse de iradiaţii, au proprietatea de a pătrunde cu uşurinţă în interiorul corpului omenesc unde rămîn şi continuă să producă efecte de ionizare pînă cînd fie că sînt îndepărtate din organism, fie se descompun prin dezintegrare. Cei mai periculoşi sînt izotopii cu o perioadă lungă de înjumătăţire, cum este stronţiul 90. Pericolul de iradiere a izotopilor încorporaţi, deveniţi izvoare interne, este cu mult mai mare decît al izvoarelor exterioare de iradiere.

Pentru a examina problema detectării iradiaţiilor este necesar să precizăm unele noţiuni curente de dozimetrie şi cîteva consideraţii asupra dispozitivelor de măsurare a radiaţiilor de diferite naturi.

Intensitatea radiaţiei este definită prin cantitatea de energie care trece într-o secundă printr-o arie de 1 cm^2 dintr-o suprafaţă iradia ă pe direcţia normalei. Unitatea este erg/s. cm^2.

Cantitatea de radiaţie este cantitatea de energie care trece printr-o arie de 1 cm^2 dintr-o suprafaţă normală la direcţia de iradiere. Unitatea este erg/cm^2.

Din dozimetria razelor Roentgen se ştie că unitatea de doză a razelor X şi gama este un roentgen (simbol r) şi care reprezintă cantitatea de raze necesară să ia naştere un ion pozitiv sau negativ într-un volum de 1,293 mg aer. Aşadar, într-un gram de aer iau naştere 1,61.10 perechi de ioni. Prin definiţie $1\ m\ r = 10^{-3}\ r$ (un miliroentgen).

Doza absorbită la oricare radiaţie de ionizare este definită prin cantitatea de energie absorbită de 1 g din materialul iradiat cu ajutorul particulelor ionizate. Unitate *rad* = 100 erg/g. Unei doze r (roentgen) în aer îi corespunde 83,8 erg/g sau 0,838 rad energie absorbită.

Unitatea de măsură a materiilor radioactive este, după cum se ştie, *curie*-ul (simbol c) egal cu cantitatea de material în care se produce, pe secundă o descompunere radioactivă de $3{,}7.10^{10}$. Subunităţi :$mc = 10^{-3}$ c /micro. c ; (c) = 10^{-6} c.

Rem-ul este cantitatea de radiaţie corpusculară care produce dăunări fizio'ogice în organism de aceeaşi amploare cu cele produse în urma absorbţiei unei doze r.

Rep-ul este cantitatea de radiaţie corpusculară egală cu energia absorbită în organism egală cu cea produsă de un r.

Ilustrăm cele de mai sus prin următoarea tabelă.

Felul radiației	*r*	*rep*	*rem*
raze roentgen sau gama	1....	1....	1
raze beta	—...	1....	1
neutroni termici	—...	1....	5
neutroni rapizi	—...	1....	10
raze alfa	—...	1....	20

Pentru aprecierea răului produs de aceste radiații în corpul omenesc, este necesar să se precizeze cuantumul dozelor tolerate.

1. Razele Roentgen sau gama: *a*) corpul întreg supus timp nelimitat; doza superficială săptămînală este 0,5 *r*; *b*) mîna suportă 1,5 *r* în epiderma bazală, căreia îi corespunde 7 mg/m pe strat de piele absorbant.

2. Razele beta: *a*) corpul întreg supus timp nelimitat; doza măsurată pe suprafața corpului săptămînal poate fi 0,5 rep; *b*) mîna suportă săptămînal 1,5 rep măsurat pe epiderma bazală.

3. Razele alfa; *a*) doza săptămînală pe corp (exclusiv mîinile) este de 0,05 rep; *b*) mîna suportă săptămînal 0,15 rep măsurat pe epiderma bazală.

4. Raze de neutroni: *a*) doza săptămînală permisă pentru neutroni rapizi este 0,03 rep. Pentru neutroni de 2...20 Mev corespund 20 neutroni/s.cm^2; pentru neutronii de 0,5 Mev corespund 40 neutroni/s. cm^2. *b*) doza săptămînală pentru neutronii lenți (termici) este de 0,06 rep, căreia îi corespunde 1200 neutroni/s.cm^2

5. doza materialelor înghițite sau aspirate, raze care provin din surse de raze exterioare sau interioare pe orice punct al corpului, maxim 0,3 rem. Impuritatea maximă permisă variază pentru fiecare izotop. In general, în aer este de 10^{-9} c/cm^3; în apă 10^{-7} c/cm^2.

Trecem acum la descrierea sumară a dispozitivelor de detectare și deci de apărare împotriva razelor nocive. Acestea se clasifică în dispozitive individuale și dispozitive pentru locul de muncă.

Printre *dispozitivele individuale* se numără: 1) Camerele de ionizare de buzunar, sub forma unui toc rezervor, cu durată de măsurare de 100...200 m r. Ele permit evaluarea cantității absorbite de cercetător.

2) dispozitivele cu film roentgen dispuse cu o insignă conținînd pe o parte film acoperit cu filtru metalic (1 mm argint, cadmiu sau 1/2 mm plumb) împachetat în hîrtie neagră. Insigna se poartă pe halat sau pe mînecă. Instrucții speciale arată modul de a se stabili doza exactă pe baza măsurării inegririi filmului.

3) Contorul Geiger-Müller măsoară gradul de infectare a mîinilor, ghetelor și hainelor. Cantitatea maximă de impurități radioactive este de 3000 particole pe secundă, folosind un Contor de 3 cm diametru, măsurătoarea efectuîndu-se pe tot corpul, ghete și îmbrăcămite.

Printre *dispozitivele pentru locul de muncă* se numără:

1) Camera de ionizare portativă compusă dintr-o peliculă organică de 0,01 mm prin care străbat razele beta. Pelicula se închide cînd este vorba de măsurat raze gama. Curentul de ionizare se măsoară cu electrometrul. Puterea dozei se citește pe microampermetru în m r/h.

2) Contul Geiger-Müller portativ. Se poate alimenta din rețea sau prin baterii. El este foarte sensibil la raze gama și beta. Pe contor se găsește montată o lampă calculatoare, izolată de iradiere printr-un perete subțire de sticlă. Ciocnirile particulelor se pot evalua atunci cînd sînt puține chiar cu urechea; în general există un dispozitiv de măsurat particule pe secundă, aparat numit „rate-metru". Servește la măsurarea infectării localului și hainelor. Infectivitatea maximă admisă este 300 particule/s. măsurată cu o lampă de 3 cm.

Pe baza acestor date se pun două probleme în tehinca de producție: 1) condițiile de construire a laboratoarelor prevăzute cu obiecte speciale de utilaj, în vederea unei cît mai eficiente apărări împotriva radiațiilor nocive; 2) tehnica securității în activitatea laboratoarelor în care se lucrează cu materiale radioactive.

Condițiile de construcție depind de mai mulți factori, printre care enumerăm: *a*) cantitatea de izotop radioactiv care se prelucrează dintr-odată; *b*) calitatea izotopului radioactiv care depinde de timpul de înjumătățire ceea ce face ca diferiți izotopi să prezinte un grad diferențial de periculozitate; *c*) felul lucrărilor de efectuat. Ținînd seamă de aceste condiții, un laborator mijlociu trebuie să cuprindă următoarele încăperi: *a*) laborator cald; *b*) încăpere pentru contori Geiger-Müller; *c*) dulapuri separate pentru haine și mater ale neactive; *d*) duș, bae, n.c.; *e*) magazie pentru depozitarea izotopilor; *f*) camere de studii pentru cercetări și laboratoare în care se să poată lucra cu materiale neradioactive, așezate în partea clădirii care este izolată la radiații nocive.

Laboratorul în care se lucrează cu materiale radioactive e bine să fie așezat la etajul cel mai de sus, simplificîndu-se astfel problemele aerisirii și evitîndu-se necesitatea aerisirii verticale.

Amănunte de construcția diverselor încăperi și accesorii trebuiesc prevăzute în dispozițiile speciale prin instrucțiuni și standarde care trebuiesc să cuprindă toate datele. Trebuiesc specificate condițiile de construcție pentru: *a*) podeaua „laboratorului cald", necesar a fi mai solidă decît podeaua normală din cauza panelelor de plumb izolator, lipsită de paraziți și acoperită cu materiale neporoase ușor de curățit; *b*) pereții, netezi și ușor de spălat. De obicei se acoperă cu vopsea antiacidă sau cu plăci de aluminiu inoxidabil, sau cu faianță. Laboratorul cald trebuie bine izolat de camera cu contori Geiger-Müller prin strat de barită sau de beton suficient de gros; *c*) aerisirea trebuie asigurată fiind de mare importanță spre a se putea menține materialele radioactive sub limita

dozelor admisibile de infectare. Sînt necesare dispozitive speciale de aerisire prin curenți de aer condiționat; *d*) magazia de deșeuri trebuie așezată într-o parte izolată a construcției, destul de îndepărtată, într-un subsol căptușit cu pereți de beton de o grosime corespunzătoare dispozitivelor de izotopi; *e*) obiectele speciale și utilajul de laborator trebuie să asigure condiții sterile de muncă și apărarea contra iradierilor. Obiectele trebuie să fie netede, căptușite cu plăci de plumb, cu sticlă plexi. Printre obiectele cele mai necesare indicăm: cabinele de refulare (deschise sau închise), camerele uscate, mesele de muncă, magazia de depozitare a izotopilor, spălătorul de deșeuri, țevile, cărămizile de plumb, cleme, clește, pipetă de distanță tabele de semnalizare și de instrucțiuni, cărucioare de mînă, haine și diferite instrumente de măsurat.

Pentru toate aceste materiale trebuie precizate instrucțiuni privitoare la construcție și la modul de întrebuințare.

O a doua mare problemă este, precum am anunțat la început, tehnica securității în activitatea din laboratoarele cu materiale radioactive. Pentru aceasta se prescriu instrucțiuni de urmat, dintre care indicăm pe cele mai importante.

In fiecare laborator trebuie să existe un responsabil cu sănătatea care să răspundă de aplicarea dispozitivelor prescrise în instrucțiuni. Acesta controlează cantitățile de izotopi utilizați și supraveghează dacă toți cei care lucrează în laborator aplică instrucțiunile, avînd grijă să-i trimită la vizită medicală, cotrolînd rezultatul. Aceasta implică obligația tutror cercetătorilor de a fi instruiți în aplicarea instrucțiunilor, care nu trebuie să le lipsească din laborator. Este recomadabil ca cei care lucrează cu preparate radioactive să nu se expună altor feluri de iradiații.

Laboratorul cu substanțe radioactive trebuie să aibă o firmă specială prin care se interzice intrarea persoanelor străine.

Se impune ca tot personalul care lucrează în laborator să poarte uniforme standardizate confecționate în condițiile cele mai potrivite contra radiațiilor (fără buzunare, pantofi și mănuși de cauciuc). Imbrăcămintea de laborator se păstrează în dulapuri speciale în care nu se pun hainele de stradă.

In tot timpul cît lucrează în laborator cercetătorii trebuie să aibă asupra lor camerile de ionizare de buzunar și insignele cu film roentgen în jurul inimii. Trebuie interzis mîncatul, fumatul, băutul, pipetarea cu gura și suflarea sticlei în laborator. Preparatele radioactive folosite în cantități minime nu vor fi atinse cu mîna și vor fi păstrate cît mai departe de corpul omului.

Este important ca la începutul și sfîrșitul lucrului să se măsoare gradul de infectare a locului de muncă și a personalului de laborator.

Trebuie acordată o deosebită atenție efectuării operațiilor cu lichidul radioactiv pentru ca acesta să nu se răspîndească pe haine sau pe podea. Instrucțiuni speciale prevăd operațiile de recuperare și anihilare a lichidului împrăștiat din nebăgare de seamă. La sfîrșitul lucrului locul de muncă trebuie lăsat în perfectă curățenie, toate obiectele fiind rînduite la locurile lor. Deșeurile radioactive vor fi depozitate în camera de colectare.

Curățirea laboratorului trebuie făcută cu instrumente speciale, de personal instruit special și îmbrăcat în haine de protecție speciale sub control permanent și riguros făcut.

Transporturile între laboratoare trebuie făcute pe cărucioare cu roți de cauciuc; transporturile exterioare se fac numai în pachete protejate cu plumb, astfel încît intensitatea razelor gama să nu treacă de 100 m r/g h.

Mîna infectată se spală cu apă caldă și alifie de lanolină timp de 2...3 minute și apoi cu multă apă curgătoare, operația repetîndu-se de cîteva ori. Hainele se curăță în preparate speciale pregătite anterior. Rănile se spală cu multă apă curgătoare, făcîndu-le să sîngereze abundent.

Pielea se curăță prin neutralizare locală cu un burete special pregătit în acest scop.

O persoană infectată nu mai continuă lucrul pînă la dezinfectarea totală, controlată sub supravegherea responsabilului cu securitatea muncii.

Pe baza indicațiilor de mai sus, completate cu probleme de amănunt și previziuni de cazuri speciale, se poate considera satisfăcător asigurată protecția muncii în laboratoarele cu materii radioactive.

Telemăsurarea — măsurări la distanţă — metode şi scheme de funcţionare

Ing. E. ROMAN

Статья обсуждает вопрос дистанционного измерения или так называемого телеизмерения. Отмечаются три способа дистанционного измерения: способ интенсивности-импульсовый способ и частотный способ. Дается также описание, нескольких основанных на этих способах схем приспособлений для телеизмерений.

★

L'auteur étudie le problème de la télémesure. Il présente trois méthodes de télémesure et notamment: d'intensité, des impulsions et de fréquence.

En conclusion, l'auteur décrit quelques schémas de dispositifs pour les télémesures, basés sur les méthodes exposées.

Măsurarea mărimilor electrice şi neelectrice la distanţe mici se face direct şi relativ uşor. Mărindu-se însă distanţa, chiar efectuarea unor operaţii de măsurare simple, devine scumpă şi dificilă.

Pentru transmiterea la distanţă a diferitelor comenzi, a semnalizării poziţiei sau stării obiectivelor, a diferitelor mărimi, electrice sau neelectrice, precum şi pentru reglarea regimului de funcţionare la diferite instalaţii, s-a creat TELEMECANICA, prin care se înţelege totalitatea mijloacelor tehnice şi a metodelor de control şi comandă, care permit învingerea distanţelor relativ mari.

Principiile telemecanicii au fost aplicate în instalaţiile energetice încă din a doua decadă a secolului nostru. In prezent ea a căpătat o dezvoltare din ce în ce mai mare şi o aplicaţie largă. Camerele de comandă ale centralelor electrice moderne, sînt expresia cea mai grăitoare a acestor principii. Prin aplicarea justă a telemecanicii se ajunge la micşorarea secţiunei conductorilor şi la reducerea numărului liniilor de comunicaţie necesare pentru comandă, măsurare, semnalizare şi reglare, iar drept conductori de legătură pot fi folosiţi chiar conductorii liniilor electrice de transport, lucru deosebit de important în cazul distanţelor mari, caracteristice sistemelor energetice.

In comparaţie cu metodele obişnuite de transmitere la distanţă, particularitatea distinctă a metodelor telemecanice pentru transmiterea semnalelor şi indicaţiilor, constă în faptul că mărimea de comandă sau de control nu este transmisă direct de la obiectul transmiţător la obiectul receptor, ci cu ajutorul unei mărimi auxiliare, cea mai avantajoasă în acest scop. La capătul transmiţător mărimea transmisă este transformată în anumite semnale convenţionale (inpulsuri) ale sursei auxiliare de curent, care descifrate la capătul receptor, reproduce acţiunea respectivă.

Pentru transmiterea acestor semnale convenţionale, sînt necesari curenţi, respectiv puteri, extrem de mici (de ordinul mA) ceea ce simplifică transmiterea lor la distanţe mari.

Semnalele auxiliare pot fi transmise printr-o anumită variaţie de amplitudine, de frecvenţă, de durată sau de număr de impulsuri, etc.

Dacă aparatele diferitelor obiecte de la cele două capete ale unei linii de legătură vor fi astfel acordate încît fiecare pereche să transmită şi să recepţioneze numai o anumită combinaţie de semnale convenţionale, atunci va fi posibil efectuarea simultană a mai multor transmiter prin acelaş fir de legătură.

In lucrarea de faţă se va trata numai o parte a telemecanicii, anume telemăsurarea.

In special în centralele electrice din sistemele energetice, telemăsurarea şi-a găsit cea mai largă întrebuinţare. Dispecerul trebue să ştie în orice moment starea fiecărui obiect al sistemului şi regimul de funcţionare al acestor obiecte, tensiunea în diferite puncte ale sistemului, puterea produsă şi puterea transportată prin liniile de legătură, rezervele de combustibil, nivelul apei în lacurile de acumulare, temperatura uleiului la transformatorii de înaltă tensiune, starea izolaţiei din diferite puncte ale reţelei sau a generatorilor, presiunea din cazanele de aburi, compoziţiile chimice ale gazelor, starea aburului, etc.

Aparatele care controlează aceste mărimi sînt instalate în punctul central de măsurare—camera de comandă — depărtat uneori cu sute de km de obiectivele respective. Din această cauză, transmiterea directă a indicaţiilor aparatelor, cu ajutorul metodelor de măsurare obişnuite este imposibilă. Pentru rezolvarea acestor dificultăţi sînt folosite dispozitive de telemăsurat, cu ajutorul cărora este transmisă la distanţă nu mărirea măsurată, ci o mărime auxiliară proporţională cu cea măsurată.

Tipurile şi dispozitivele de telemăsură, sînt bazate pe trei metode principiale, analizate mai jos :

A. — Metode de intensitate.

Mărimea măsurată, se transformă prin diferite mijloace într-un curent sau într-o forță electromotoare, adică.

$$i = f_1 (A)$$

$$e = f_2 (A)$$

Intensitatea și forța electromotoare sînt proporționale cu mărimea măsurată, deci

$$i = C_1 A$$

$$e = C_2 A$$

unde C_1 și C_2 sînt constante.

Curentul auxiliar trimis prin linie poate fi alternativ sau continuu. Curentul continuu însă are marele avantaj de a asigura o mai mare precizie, datorită sensibilității și celorlalte proprietăți ale aparatelor magnetoelectrice.

Distanța la care acționează acest gen de dispozitiv este de 15—20 Km, pentru liniile aeriene și 25—30 Km pentru cabluri.

Desavantajele pe care le prezintă această metodă sînt necesitatea unei linii de comunicație independentă,și variația tensiunii sursei auxiliare și a rezistenței firelor de legătură. Această variație influențează direct asupra preciziei măsurării. Insă, după cum se va arăta mai jos, această dificultate se poate remedia prin introducerea unor dispozitive de compensare.

In continuare se pot vedea cîteva aplicații ale acestei metode.

1. *Schema de telemăsurare potențiometrică.*

Ca element de pornire (fig.1) servește sistemul de măsurare (1) (manometru, flotor, aparat

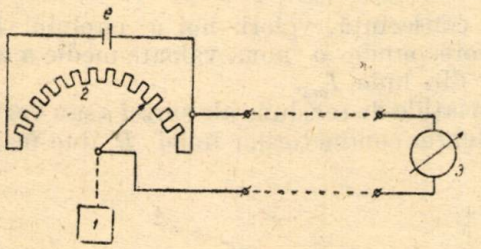


Fig. 1. Schema metodei potențiometrice de telemăsurat.

electric, etc.), legat mecanic cu divizorul de tensiune (2). De la acesta este culeasă o tensiune proporțională cu unghiul de rotație al indicatorului dispozitivului de măsurare. Sursa de forță electromotoare auxiliară e este dispusă la capătul emițător iar la capătul receptor se găsește dispozitivul de indicare magnetoelectric (3) al cărui unghi de deviație este determinat de tensiunea aplicată liniei. Pentru deplasarea cursorului (2) dispozitivul de măsurare trebue să dispună de un cuplu mecanic suficient.

Acest sistem este cel mai indicat pentru măsurarea mărimilor neelectrice la distanțe relativ mici.

2. *Schema de telemăsurare, prin metoda generatoare*

Schema este aplicabilă la măsurarea oricărei mărimi, ale cărei valori pot fi controlate prin viteza de rotație a unui disc(contori electrici, apometri, gazometri, turometri, etc.).

Discul (1) este elementul mobil al dispozitivului

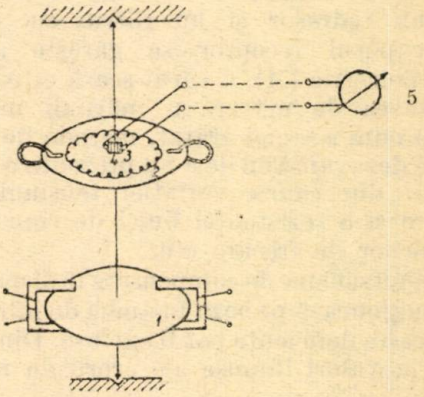


Fig. 2 Schema metodei generatoare.

de măsurare, mișcarea sa fiind dictată de valoarea mărimii de măsurat; discul (2) este rotorul unui generator care produce forța electromotoare auxiliară. Prin rotația discului (2) în înfășurarea dispusă pe el este indusă o forță electromotoare de circa 1 V. (la un curent de 1 mA.) Prin colectorul (4) și periile (3), forța electromotoare este aplicată circuitului exterior.

Dacă (5) este un aparat sensibil, distanța de transmisie poate atinge (5) km.

3. *Schemă de telemăsurare prin metoda redresoare.*

Acest sistem servește exclusiv la telemăsurarea tensiunilor și curenților. Redresarea este cu dublă alternanță. Pulsațiile de tensiune sînt filtrate de capacitatea (C). In circuitul liniei sînt introduse rezistențe active importante — fără inducție — (R) al cărui coificient de temperatură este nul. De aceea variația rezistenței liniei nu influențează în mod practic precizia indicațiilor aparatului (A). Eroarea totală a sistemului este de $\pm$ 1,5%.

In fig. 4 este dat un alt tip de aparat de telemăsurat tot cu redresare, în care (RI) este un redresor cu inducție al cărui cadru mobil

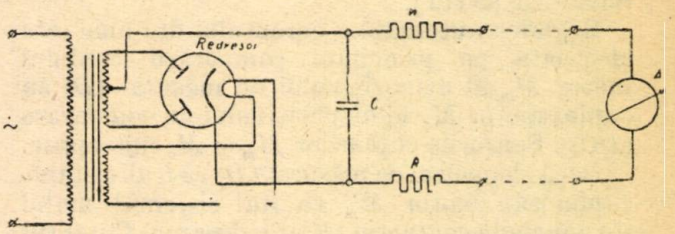


Fig. 3. Schema metodei redresoare.

este legat mecanic cu axul aparatului de măsurat. Forța electromotoare care se produce în

cadru, este proporțională cu unghiul de deviație al acestuia :

$$e = C$$

unde C = constant.

Curentul din linie i_e va fi și el proporțional cu unghiul de deviație al cadrului (RI) și al acului indicator al aparatului. Cadrul se poate roti dela 0—90°. Curentul de linie este transmis printr-un redresor și un filtru cu pulsații.

La capătul receptor se găsește aparatul magnetoelectric (A), a cărui scară este gradată în unitatea de măsură a mărimii măsurate.

După cum s-a mai arătat, metoda de intensitate are dezavantajul de a nu prezenta o precizie ridicată, din cauza variației tensiunii sursei auxiliare și a rezistenței liniei de comunicație, a cuplurilor de frecare etc.

Folosind scheme de compensare în dispozitivele care funcționează pe baza metodei de intensitate, toate aceste deficiențe pot fi excluse. Din această cauză, la valori impuse ale erorii de măsurat,

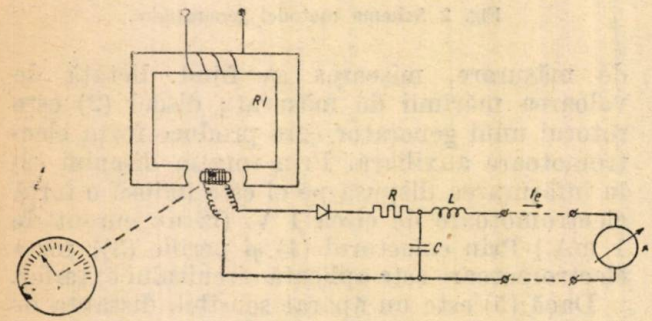


Fig. 4. Schema dispozitivului de redresoare cu inducție, sistem OLIZ

sistemele de intensitate compensate pot fi folosite pentru distanțe mult mai mari, iar eroarea totală a dispozitivului de telemăsurare, precum și a dispozitivului de compensare, se va încadra în limitele toleranțelor admise ale unei măsurători de precizie.

Acțiunea de compensare a sistemului constă în compararea continuă sau periodică a mărimii curentului auxiliar, care transmite prin linie mărimea măsurată, precum și în reglarea automată a curentului din linie, în conformitate cu legea de variație a mărimii măsurate.

In fig. 5 se dă schema unui dispozitiv de compensare, elaborată de Institutul de cercetări științifice pentru telemăsurare din Uniunea Sovietică (NIIT).

Reglarea automată a curentului din linie este efectuată pe principiul comparării cuplului motor M_m al dispozitivului de măsurat (D) cu cuplul motor M_c al dispozitivului de comparare (DC)). Sensurile cuplurilor M_m și M_c sînt opuse.

Dacă elementul de măsurat (D) va fi alimentat, cuplul său motor M_m va roti sistemul mobil și va închide contactul (K) din dreapta. Curentul din linie va începe să crească după curba (A) (fig. 6). La un anumit moment t, cînd în linie curentul va corespunde punctului a de pe curba (A), cuplul M_c al dispozitivului de compensare va deveni mai mare decît cuplul M_m. Contactul (K) se va deschide și curentul din linie va atinge valoarea corespunzătoare punctului b, cuplul M_c devenind mai mic decît cuplul M_m.

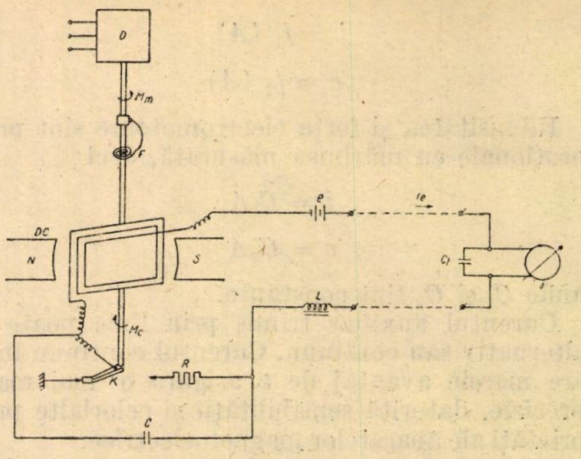


Fig. 5. Schema dispozitivului de telemăsurare prin compensarea vibrației.

Sistemul mobil va delvia din nou spre dreapta, iar(K) se va închide pentru a doua oară. Creșterea curentului din linie este indicată prin porțiunea $b — c$ a diagramei curentului, în punctul c începînd repetarea ciclului. Cu alte cuvinte curentul din linie se va menține în medie la o anumită valoare I_{m1}. Dacă cuplul dispozivului de măsurat va scădea repede pînă la valoarea $M'_m < M_c$, contactul (K) se va deschide sub influența cuplului suplimentar $M_c — M'_m$ al dispozitivului de compensare, iar curentul din linie va descrește urmînd segmentul de curbă $c — d$. In punctul d cuplul M_c va deveni mai mic decît noua valoare M'_m și contactul (K) se va închide din nou, etc.

In consecință, valorii noi a cuplului M'_m îi va corespunde o nouă valoare medie a curentului din linie I_{m2}.

Variațiile de tensiune ale sursei e sau variațiile rezistenței conductorilor liniei R, duc mai întîi

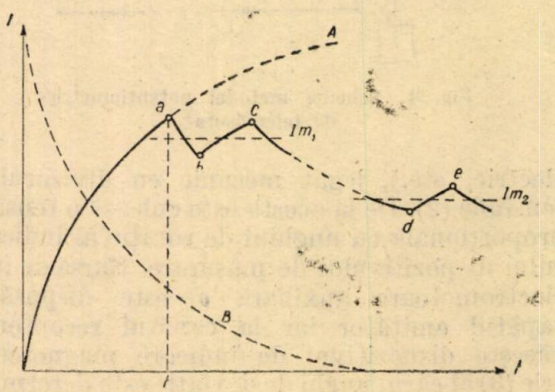


Fig . 6. Variația curentului într-o schemă de compensare cu vibrații.

la desechilibrarea cuplurilor. In aceste cazuri, la închiderea sau deschiderea contactului (K) în decursul unui anumit interval de timp, curentu,l

de linie va varia pînă în clipa în care M_c va deveni egal cu M_m. Deoarece

$$M_c = Ci_e$$

$$C = const.$$

la stabilirea schilibrului cuplurilor

$$M_c = M_m$$

curentul din linie se va stabilii automat la valoarea corespunzătoare valorii reale a cuplului M_m, independent de variațiile lui e sau R. Variația curentului nu poate fi transmisă în toată banda, de la 0—100% din valoarea sa. Practic reglarea se poate face în bune condiții în intervalul de la 12—78% din valoarea normală a mărimii reglate. Acul dispozitivului receptor (A) are deviații stabile, chiar cînd cînd perioadele de oscilație sînt lungi (3—5 sec.) și variațiile mărimii măsurate sînt relativ mari (5—10%).

B — Metodele cu impulsuri.

Prin această metodă de telemăsurare, valoarea mărimii măsurate A este caracterizată printr-un număr sau printr-o durată a impulsurilor curentului auxiliar.

De exemplu, dacă la capătul emițător al firului de legătură se vor produce impulsuri ale curentului auxiliar a căror durată va fi proporțională cu valoarea mărimii măsurate (fig. 7), iar mărimea unghiului α cu care deviază acul indicator al dispozitivului de la capătul receptor va fi proporțională cu durata impulsurilor

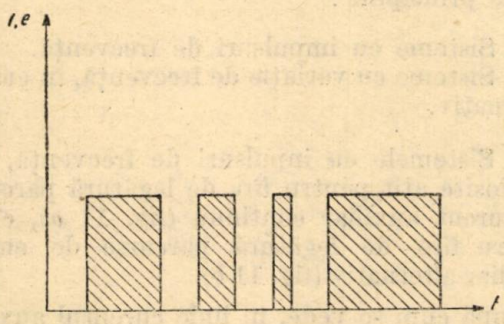


Fig. 7. Diagrama variației mărimii transmise, în cazul efectuării măsurii prin metoda impulsurilor temporizate.

recepționate, aceiaș mărime de unghi α va fi proporțională cu valoarea mărimii măsurate.

$$\alpha = f_1(timp) = f_2(A)$$

Aceste sisteme poartă numele de sisteme de măsurare cu impulsuri temporizate. Ele sînt construite atît pe baza măsurării duratei impulsurilor, cît și pe baza măsurării duratei intervalelor dintre impulsuri. In afară de acestea, sînt construite sisteme în care valoarea mărimii măsurate este proporțională cu numărul de impulsuri în anumite intervale de timp constante, T_c (fig. 8)

$$\alpha = f_1(n) = f_2(A)$$

Astfel de sisteme, numite sisteme cu impulsuri numerice, folosesc curentul continuu sau alternativ. Sistemele cu impulsuri sînt mai avantajoase ca cele din categoria A (sistemele de intensitate), deoarece nu necesită linii de legătură metalice independente, iar transmiterea se poate

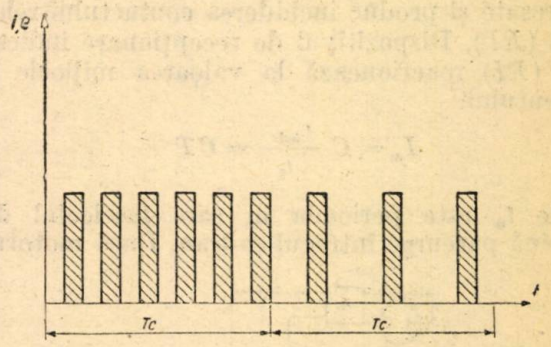


Fig. 8. Variația mărimii transmise, în cazul efectuării măsurilor prin metoda impulsurilor numerice.

face cu ajutorul liniilor de transport de înaltă tensiune folosind canalele de înaltă frecvență.

Dispozitivele de impulsuri sînt cele mai folosite în cazul distanțelor foarte mari, cu ajutorul lor putîndu-se face transmiteri la sute de km. Pînă la distanța de 15 km ele sînt mai puțin avantajoase ca cele de intensitate.

Mai jos se vor arăta două dispozitive de telemăsurat, bazate unul pe metoda cu impulsuri de timp, iar celălalt pe metoda cu impulsuri numerice. Ambele dispozitive au fost create în Institutul de cercetări științifice pentru telemăsurat (NIIT) din U.R.S.S.

1. *Dispozitiv cu impulsuri de timp* (*fig. 9*).

Dispozitivul de măsurat (DM) — care este un aparat cu ac indicator, ampermetru, voltmetru, manometru, etc. — are două oglinzi ușoare, din care una (2) este așezată pe cadran — la începutul scării gradate, iar cealaltă (1) pe acul indicator. Dispozitivul de luminare (SL) aruncă un fascicol de lumină care parcurge de jur împrejur cadranul, cu o viteză mai mult sau mai puțin constantă, lucru care după cum vom vedea nu influențează cu nimic precizia măsurării. Fascicolul reflectat prin oglinda (2) cade pe celula fotometrică (F_2) care generează un curent, care prin amplificatorul (A_2) excită înfășurarea (II) releului diferențial (RD). Prin aceasta se închide contactul normal deschis (RD_1) din circuitul generatorului (G). In această situație, în firul de legătură este trimis un inpuls de curent alternativ *ie* care încetează numai după ce se deschide contactul (RD_1) al releului (RD). Acest lucru se va produce în momentul în care fascicolul de lumină reflectat din oglinda (1), va cădea pe celula fotoelectrică (F_1) iar curentul care străbate amplificatorul (A_1) va excita bobina (I) a releului (RD). Pauza de curent t stabilită în linie, va dura pînă în momentul în care fascicolul de lumină va fi reflectat din nou de oglindă (2).

In acest fel curentul de linie circulă în intervalul de timp t_m proporţional cu unghiul de deviaţie α al acului indicator al aparatului de măsurat, adică :

$$t_{măs} = K\,\alpha$$

La capătul receptor, impulsurile de curent sînt redresate şi produc închiderea contactului relelui (*RL*). Dispozitivul de recepţionare indicator (*RI*) reacţionează la valoarea mijlocie a curentului.

$$I_m = C\,\frac{t_{măs}}{t_0} = CT$$

unde t_0 este perioada în care fascicolul de lumină parcurge întregul cadran. Dacă motorul

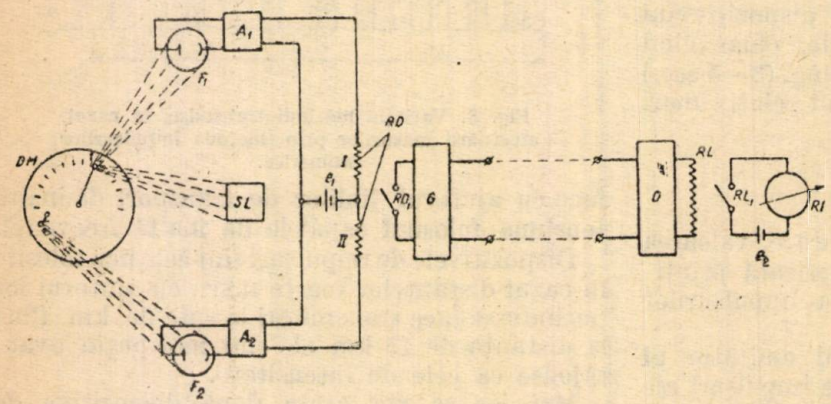


Fig. 9. Schemă de telemăsurare prin impulsuri de timp, sistem NIIT.

dispozitivului de iluminare îşi variază turaţia, mărimile t_m şi t_0 variază în aceiaş măsură ; din această cauză,

$$T = const.$$

păstrîndu-se totdeauna egalitatea :

$$I_m = K\,\alpha$$

unde

$$\alpha = c_1 A$$

iar A este mărimea măsurată.

Cu acest sistem pot fi obţinute pulsaţii de frecvenţe foarte mari

2. *Dispozitiv cu impulsuri numerice. (fig. 10)*

Acest dispozitiv este folosit în mod obişnuit pentru transmiterea la distanţă a mărimilor măsurate de aparate de măsurat în rotaţie (energie electrică, etc.)

La fiecare rotaţie a discului, o oglindă mică (*O*) reflectă raza de lumină a sursei de lumină (*SL*), spre o celulă fotoelectrică (F), care comandă tubul amplificator (TA). Dacă tensiunea grilei va creşte, tubul va începe să funcţioneze, iar linia va primi impulsuri de curent-anodic. La capătul receptor prin transformatorul de intrare (Tr), impulsul aplicat grilei amplificatorului (T) va ridica tensiunea acestuia, încît în circuitul anodic al amplificatorului va apare un impuls de curent care va străbate bobina releului (R). Armătura relelului comandă mecanismul contor, printr-o mişcare în sus. In intervalul dintre impulsuri, amplificatorul va fi blocat de potenţialul de negativare al grilei şi armătura releului va rămîne căzută. In acest fel este acţionat aparatul receptor de la capătul liniei.

C. **Metoda de frecvenţă.**

Prin această metodă, mărimea măsurată *A*, este caracterizată prin frecvenţa curentului auxiliar ;

$$f_m = F\,(A)$$

Sistemele de frecvenţă se împart în două grupe principale :

1. Sisteme cu impulsuri de frecvenţă.
2. Sisteme cu variaţie de frecvenţă, în curent alternativ.

1. Sistemele cu inpulsuri de frecvenţă, pot fi folosite atît pentru fire de legătură parcurse de curent auxiliar continuu (fig. 11 *a*), cît şi pentru fire de legătură parcurse de curent auxiliar alternativ (fig. 11 *b*).

După cum se vede, în linie curentul auxiliar circulă cu întreruperi — impulsuri — însă aceste inpulsuri au toate aceiaş intensitate, variind doar frecvenţa lor.

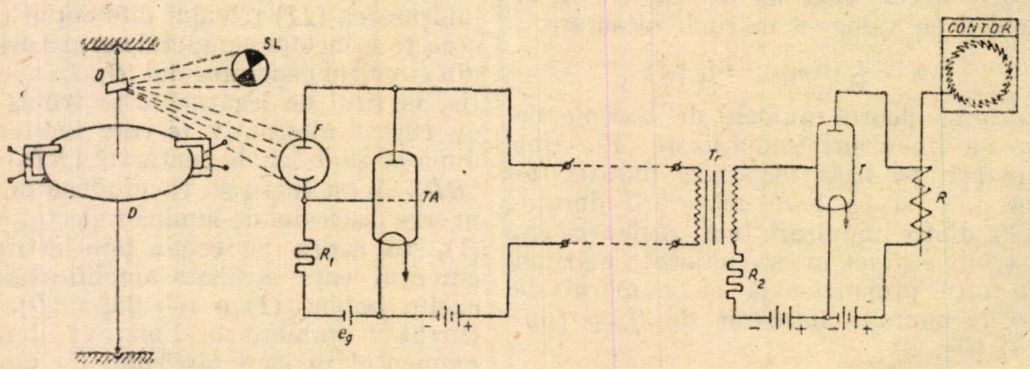


Fig. 10. Schemă de telemăsurare prin impulsuri numerice, sistem NIIT.

2. *Sistemele cu variație de frecvență* trimit în firul de legătură curenți sau forțe electromotoare sinusoidale de frecvență variabilă (fig.12). Aceste sisteme diferă de sistemele cu impulsuri de frecvență, deoarece curentul auxiliar circulă

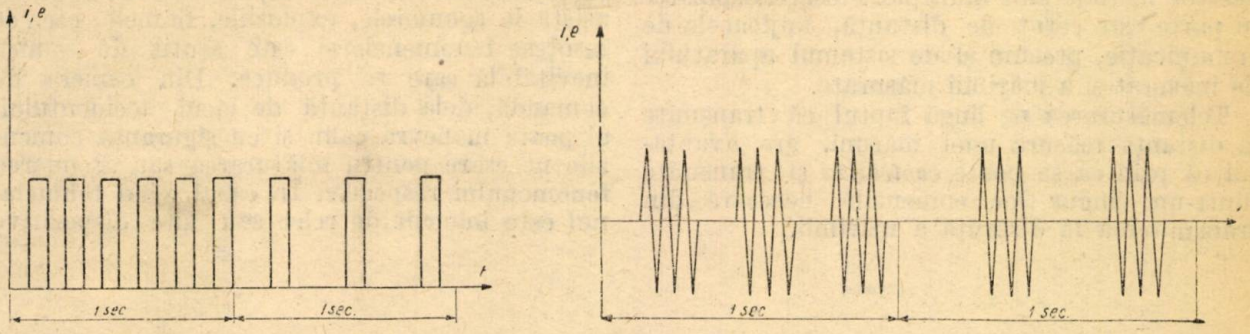


Fig. 11. Variația mărimii transmise în cazul elfectuării măsurilor prin metoda impulsurilor de frecvență; *a* — în curent continuu, *b* — în curent alternativ

fără întrerupere, modificîndu-se doar frecvența (fig. 12).

La aceste sisteme frecvența curentului alternativ poate varia în limite largi. Aceste limite pot fi peste banda frecvențelor audio și sub banda frecvențelor audio, spre deosebire de frecvența impulsurilor în sistemele cu impulsuri, care nu întrece 10—15 impulsuri/sec.

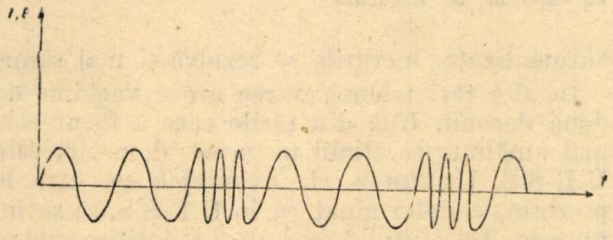


Fig. 12. Diagrama de variație a frecvenței, în funcție de valoarea mărimii transmise.

Mai jos se prezintă două tipuri de aparate, create pe cele două principii ale metodei de frecvență.

1. *Dispozitiv cu impulsuri de frecvență* (*fig. 13*)

Elementul de măsurat, în aceste cazuri, este un aparat cu inducție, al cărui disc se rotește cu o viteză v proporțională cu mărimea măsurată A (adică timp, curent, tensiune, energie, etc).

Ruptorul (R), fixat pe axul discului, produce impulsuri de curent, de frecvență

$$f_i = K_1 v$$

Cu ajutorul releului (RI) impulsurile sînt transmise la firul de legătură, iar cu ajutorul releului (RI) ele sînt recepționate la celălalt capăt. Ca receptor servește un sistem de condensatori, la ieșirea cărora se obține un curent a cărei valoare medie este proporțională cu frecvența inpulsurilor.

La aplicarea impulsurilor, condensatorul (C_2) se încarcă prin rezistența (R_1) producînd un curent care străbate aparatul (RA) prin circuitul ($+e$), R_1, C_2, RA, ($-e$).

După încărcarea condensatorului C_2, curentul dispare. Pauza de curent din linie, va produce căderea armăturăii și comutarea contactului releului (RI).

Descărcarea capacităților (C_1) și (C_2) se efectuează prin rezistențele (R_1) respectiv (R_2). In acest fel, prin aparatul (RA) trece curent atît în perioada impulsurilor cît și în timpul pauzelor.

Intreg sistemul trebuește acordat de așa manieră, încît încărcarea condesatorului (C_2) să se termine înainte de terminarea impulsului de curent din linie.

Valoarea medie a curentului ce străbate aparatul este:

$$I_m = 2f_i Ce, \text{ unde}$$

C = capacitatea echivalentă a sistemului.
e = forța electromotoare a pilei.

Dispozitivul din fig. 13, elaborat de TLEN Mosenergo, are $f_i = 10$ —12 inpulsuri pe secundă, iar timpul de stabilizare ajunge la 6 sec.

Din formula de mai sus rezultă că mărimea preciziei indicațiilor date de aparat, inpune ca C și e să fie constante.

Eroarea sistemului de inpulsuri de frecvență, este de circa 1,5 — 2%.

2. *Dispozitiv de frecvență cu curent alternativ.*

Dispozitivele bazate pe acest sistem au, cuplat mecanic pe axul acului indicator, placa mobilă a unui condensator cu aer, care constitue elementul de acord al unui generator electronic.

Deviația acului indicator cu unghiul α produce rotirea plăcii mobile a condensatorului și variația capacității acestuia, din care cauză este modificat frecvența curentului generat.

$$f_i = Q_1 (C) \text{ unde}$$

$$C = Q_2 (\alpha) \text{ rezultînd}$$

$$f_i = Q (\alpha)$$

Se poate obține o relație lineară între frecvență și unghiul a. Curentul de frecvență variabilă a generatorului electric (în funcție de variația parametrului măsurat) este trimis pe linie și recepționat la celălalt capăt de un frecvenț-metru, a cărui scară este gradată în unități ale mărimii măsurate.

BUDAPESTI MUSZAKI EGYETEM KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1848

In general acest sistem este complicat şi mai puţin folosit.

* * *

După cum s-a văzut, atît metodele de telemăsurare cît şi dispozitivele create pe baza acestor metode sînt multiple. Fiecare dispozitiv în parte este cerut de distanţă, mijloacele de comunicaţie, precum şl de sistemul aparatului de măsurat şi a mărimii măsurate.

Telemăsurarea pe lîngă faptul că transmite la distanţă măsura unei mărimi, are avantajul că prin ea se poate *centraliza* şi transmite dintr-un singur loc comenzile necesare din transmiterea la distanţă a mărimii.

Un alt avantaj al centralizării mărimelor măsurate, este acela că în cazul unui accident, al unei deficienţe în procesul de producţie, al unui scurt circuit în sistemul energetic, tehnicianul care percepe aceste fenomene cu ajutorul aparatelor de măsurat, nu este de faţă, nu asistă la sgomotele, exploziile, flamele, etc., ce însoţesc fenomenele şi este scutit de panica inevitabilă care se produce. Din camera de comandă, dela distanţă de locul accidentului, el poate manevra calm şi cu siguranţă comenzile necesare pentru înlăturarea sau atenuarea fenomenului respectiv. În cazul cînd tehnicianul este înlocuit de relee sau alte dispozitive

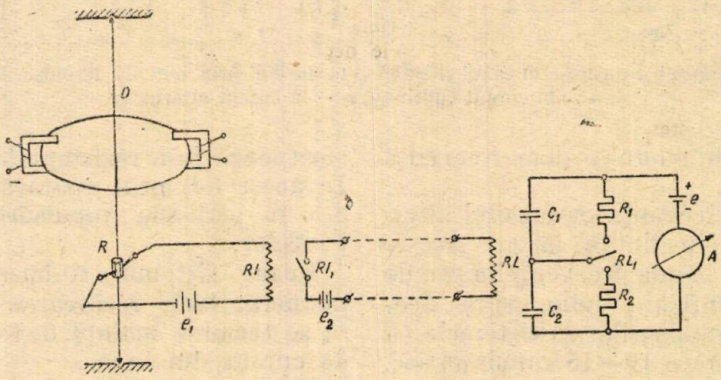


Fig. 13 Schema de telemăsurare cu impulsuri de frecvenţă

Camerele de comandă din sistemele energetice, uzinele complect automatizate, se bazează exclusiv pe telemăsurare. Dintr-un singur punct, se poate şti în orice moment intregul proces de producţie al uzinei, situaţia completă a sistemului energetic. Indicaţiile aparatelor de măsurat acţionate de unul din cele trei principii descrise mai sus, sînt înregistrate de tehnicianul de serviciu sau de dispozitivele speciale de înregistrat. Pe baza lor sînt date comenzi în consecinţă. Uneori omul este complet inlocuit, iar releele acţionate de indicaţiile aparatelor de măsurat, transmit comenzile necesare.

automatizate, lucrurile se rezolvă şi mai sigur.

În alte ţări telemăsurarea are o vechime de două decenii. Una din ţările care a făcut cele mai amănunţite studii in acest domeeiu, este U.R.S.S. Utilitatea ei, avantajele pe care le prezintă, a determinat ca în U.R.S.S. să se infiinţeze „Institutul de cercetări ştiinţifice pentru telemăsurat" (NIIT).

La noi în ţară telemăsurarea nu a pătruns decît într-o oarecare măsură în sistemele energetice, însă faţă de marile avantaje pe care le prezintă, se prevede în curînd o mare desvoltare a ei.

BIBLIOGRAFIE:

LOSSIEVSCHI: Reglarea automată.

CORNILOV; Noţiuni teoretice destre reglarea automată.

TIPCHIN; Completare la cartea „Bazele teoriei servomecanismelor" de Lauer, Lesnik şi Madson".

SOLOVIEV; Automatizarea sistemelor energetice.

CRUG; Bazele electrotehnicei.

C. PETRESCU; Curs de *AUTOMATIZARE*" predat la la Inst. Politehnic Fac. Energetică, în anul 1953/54.

Forţa de apăsare la aparatele de măsurat lungimi

Ing. L. SCHAPIRA

Автор статьи отмечает важность нажимно силы приборов для измерения длины и указывает каким образом эта сила влияет на результаты измерений.

Описываются различные методы и обычно применяемые при создании нажимной силы приспособления.

★

L'auteur montre l'importance de la pression exercée par les touches des instruments a mesurer les longueurs et le degré dont cette pression influence la résultat des déterminations.

Il présente différentes méthodes et dispositifs utilisés courament à produire cette pression.

Pentru asigurarea în diferitele măsurări a unor rezultate cît mai juste şi fidele, se impune a se face o analiză a factorilor ce pot influenţa asupra rezultatelor precum şi a cauzelor care micşorează precizia acestora.

Unul din factorii constructivi care influenţează asupra rezultatelor măsurărilor îl constituie dispozitivele cu care sînt prevăzute aparatele de măsurat şi care au rolul de a creia forţa de apăsare.

Prin forţă de apăsare se înţelege forţa care apare la contactul dintre suprafaţa de măsurare a aparatului şi suprafaţa piesei de măsurat, în timpul efectuării unei măsurări, cu rolul de a asigura un contact deplin şi permanent între acestea.

Forţa de apăsare apare numai la măsurările efectuate cu aparate de măsurat de tipul „cu contact", adică la aparatele la care organul palpator apasă asupra suprafeţei piesei măsurate.

Erorile produse de forţa de apăsare se datoresc :

— deformaţiei suprafeţei piesei, la locul de contact cu tija de palpare (aplatisarea piesei).

— deformaţiei piesei sau a aparatului de măsurat (comprimare, încovoiere, răsucire);

— deformaţiei suportului care poartă aparatul de măsurat.

Aplatisarea suprafeţei piesei se datoreşte presiunii exercitate de tija de palpare. Presiunea de apăsare este raportul dintre forţa de apăsare şi suprafaţa de contact şi se exprimă în kgf/cm² kgf/mm² sau gf/mm².

Aplatisarea depinde deci de forma vîrfului de palpare (plan, sferic, etc), de forţa de apăsare, precum şi de calitatea suprafeţei piesei (asperităţi). Aceste deformaţii sînt în general mici, ceeace face ca erorile de măsurare datorite lor să fie neînsemnate.

Deformaţiile piesei sub acţiunea forţei de apăsare depind în special de forma piesei. La măsurarea pieselor cu pereţi subţiri, aceste deformaţii pot fi destul de mari, în care caz trebuie să se ţină seamă de ele.

La măsurarea comparativă a măsurilor terminale, în cazul cînd suprafeţele terminale ale etaloanelor şi pieselor sînt identice ca formă geometrică şi suprafaţă, forţe de apăsare relativ mari nu au nici o influenţă. Dar dacă etalonul şi piesele de măsurat sînt de formă şi secţiuni diferite (cilindrice, plane sau sferice), forţa de apăsare poate provoca o uşoară deformaţie la compresiune, iar în cazul formelor cilindrice sau sferice se produce şi o aplatisare.

Ch. Minaire *) recomandă următoarele formule care permit să se calculeze aceste deformaţii :

$$A = 1{,}41 \sqrt[3]{\frac{2F}{D}} \ (\mu)$$

$$C = \frac{F.D}{S.E}$$

în care :

A = deformaţia la aplatisare în μ
C = deformaţia la compresiune în mm
F = forţa de apăsare în kg
D = diametrul sferei în mm
S = secţiunea piesei în mm²
E = modulul de elasticitate în kg/mm²

De exemplu, la măsurarea cu ajutorul calelor plan paralele a unui calibru vergea cu capete sferice, cu lungimea de 75 mm şi cu diametrul de 10 mm, s-au stabilit următoarele valori :

deformarea prin aplatisare = 0,17 μ
deformarea prin compresiune = 0,01 μ.

Deformaţiile suporţilor aparatelor de măsurat precum şi a potcoavelor cresc proporţional cu limitele de măsurare.

Astfel, potcoavele micrometrelor de exterior, pentru diametre mari, ajung să se deformeze cu cîteva sutimi de milimetru, în funcţie de dimensiunile lor şi de modul de construcţie.

*) Mesures et Controle industriel, ianuarie, 1956 „Precis de metrologie mécanique".

Aceste erori își pierd semnificația în cazul măsurărilor comparative, la care eroarea datorită eventualelor deformații apare atît la reglarea la zero cît și la măsurări.

În acest caz, rezultatele măsurării sînt influențate numai de erorile datorite variațiilor eventuale ale forței de apăsare.

Pentru asigurarea unor rezultate valabile, se impune deci ca forța de apăsare să aibă o anumită valoare, pe cît posibil de constantă în timpul măsurărilor. O forță de apăsare diferită decît cea prescrisă s-a văzut că poate produce erori de măsurare sistematice, datorite deformațiilor elastice care apar din această cauză.

O forță de apărare excesivă poate conduce chiar la deformații plastice permanente. O forță de apăsare prea mică nu permite un contact continuu și permanent între vîrful palpator și suprafața piesei, contact care să asigure totodată comprimarea sau eventual îndepărtarea de la locul de contact a diferitelor impurități, pelicule de ulei, petrol sau unsoare.

De asemenea nestabilitatea forței de apăsare în timpul măsurării conduce la erori întîmplătoare de măsurare.

O forță de apăsare stabilă în timpul măsurării este foarte greu de obținut, mai ales în cazul cînd ea este creată cu ajutorul resoartelor.

Într-adevăr, în acest caz forța de apăsare este proporțională cu deformațiile resortului, astfel că odată cu deplasarea tijei de palpare variază și deformarea resortului și totodată forța de apăsare produsă de resortul respectiv. Deci variația forței de apăsare a unui aparat este direct proporțională cu deplasarea tijei de palpare a acestuia.

Acest fapt apare mai evident în cazul aparatelor pentru măsurări directe, unde tija de palpare se deplasază pe distanțe mari, spre deosebire de aparatele pentru măsurări comparative, unde deplasările tijei fiind mici, variațiile forței de apăsare sînt minime.

De asemenea forța de apăsare își schimbă valoarea după cum tija de palpare se mișcă într-un sens sau altul. Ridicarea tijei de palpare necesită o forță F_1 care să învingă forța F a resortului, la care se adaugă forța de frecare R, deci $F_1 = F + R$, în timp ce deplasarea în sensul opus necesită o forță $F_2 = R - F$.

Se observă astfel că forța de apăsare variază la schimbarea sensului de mișcare cu valoarea 2 R.

Astfel *), la un comparator cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01 mm și cu limita de măsurare de 10 mm, forța de apăsare variază la ridicarea tijei de palpare, de la 106 gf pînă la 134 gf, iar la coborîrea tijei, de la 95 gf la 77 gf.

În acest caz valoarea R care reprezintă dublul forței de frecare este egală cu 29 . . . 39 gf.

*) Revista „Mechanik" Nr. 4—6, 1950 (Varșovia).

În figura 1 este reprezentată curba variației forței de apăsare, obținute la acest comparator, în funcție de deplasarea tijei de palpare.

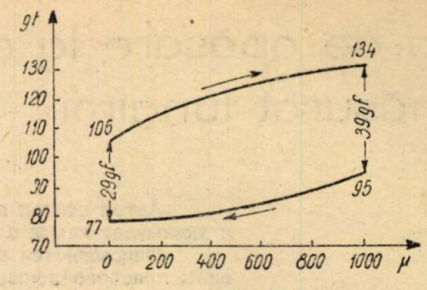


Fig. 1

În mod analog în fig. 2 este reprezentată această curbă pentru un comparator electric, cu valoarea diviziunii de 1 μ și cu limita de măsurare de 20 μ.

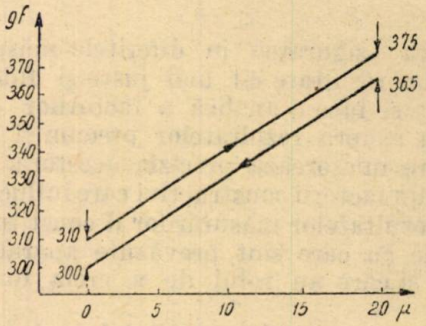


Fig. 2

În acest caz forța de frecare are o valoare constantă, egală cu 10 gf.

În sfîrșit în fig. 3 este reprezentată curba variației forței de apăsare pentru un comparator cu cadran prevăzut cu dispozitiv de compensare. Aici variația forței de apăsare este minimă și se datorește unui fenomen de hysterezis produs de forțe de frecare interioare.

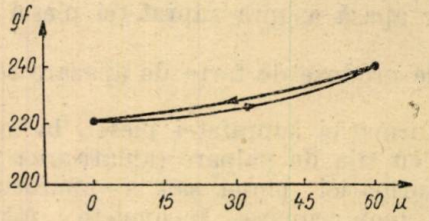


Fig. 3

Din motivele arătate se impune ca măsurările să se facă, pe cît posibil, într-un singur sens, recomandîndu-se ca la fiecare măsurare tija de palpare să se ridice și să se reașeze pe piesa de măsurat.

Desigur că în cazul stabilirii, prin palpare, a abaterilor de la forma geometrică a pieselor unde se măsoară fără a ridica tija de palpare, este inevitabilă variația forței de apăsare datorită schimbării de sens ; acest fapt nu provoacă

în acest caz erori de indicație care să depășească pe cele tolerate.

Din calculele făcute pe prof. G. A. Aparin, raportul $\frac{R}{F}$ în care R reprezintă forța de frecare iar F forța creată de resort, are, pentru aparatele cu amplificare mecanică, următoarele valori:

la aparate cu pîrghii . . . $\frac{R}{F} = 0{,}07 \ldots 0{,}14$

la aparate cu pîrghii și roți dințate . . . . . $\frac{R}{F} = 0{,}31$

la aparate cu roți dințate . $\frac{R}{F} = 0{,}13 \ldots 0{,}33$

În general, forța de apăsare la aparatele uzuale este cuprinsă între 15 gf și 1000 gf; la majoritatea aparatelor forța de apăsare este de aproximativ 250 gf, cu variații sub 100 gf pe cît posibil mai mici.

I. E. Gorodețchi recomandă ca stabilirea forței de apărare să se facă în raport cu toleranțele prescrise pentru piesa prelucrată, așa cum se arată în tabela 1.

Tabela 1

Toleranța piesei	Forța de apăsare maximă
pînă la 2μ	250 gf
dela 2μ la 10μ	400 gf
peste 10μ	1000 gf

La stabilirea valorii forței de apăsare trebuie să se țină seamă de următorii factori.

a) *Rigiditatea pieselor*

La măsurarea pieselor confecționate din materiale ușor deformabile, sau cu pereți subțiri (piese tubulare), forța de apăsare trebuie să fie mai mică decît la măsurarea pieselor rigide. Astfel, la măsurarea diametrului mediu la filete, prin metoda celor trei sîrme, se impune ca forța de apăsare a micrometrului cu pîrghii utilizat, să se reducă față de forța lui normală de apăsase.

b) *Suprafața de măsurare*

În cazul unui contact punctiform între suprafața piesei și vîrful de palpare, forța de apăsare trebuie să fie mai mică decît în cazul unui contact linear sau într-un plan.

Aceeași forță de apăsare va provoca erori diferite la măsurarea cu un micrometru a unei bile, a unei piese cilindrice sau plate.

— De asemeni aria suprafeței de măsurare a tijei de palpare condiționează mărimea forței de apăsare. Astfel, în cazul micrometrelor de adîncime, forța de apăsare în grame trebuie să fie cuprinsă între 10 S și 15 S, în care S reprezintă aria suprafeței de măsurarea tijei de palpare în mm². Această forță în nici un caz nu va fi mai mică de 100 gf atunci cînd suprafața de măsurare este sferică sau de mică dimensiune.

c) *Condiții de lucru*

La măsurarea pieselor în timpul prelucrării lor pe mașină, influența vibrațiilor mașinii poate fi eliminată prin mărirea forței de apăsare.

Astfel la aparatul pentru controlul adîncimii, la inelele pentru rulmenți cu bile, în timpul procesului de șlefuire, forța de apăsare poate ajunge pînă la 7 kgf.

La un aparat de același tip, dar utilizat separat de mașină, așezat pe un suport, forța de apăsare nu depășește 250... 300 gf.

Metode și dispozitive pentru producerea forței de apăsare

Pentru crearea forței de apăsare la aparatele de măsurat lungimi, se utilizează dispozitive cu acționare mecanică, hidraulică și electrică.

Dispozitivele cu acționare mecanică se împart în două categorii: dispozitive cu elemente elastice (resoarte) și dispozitive cu greutăți.

Cele mai răspîndite dispozitive fiind cele cu resoarte, acestea vor fi dezbătute mai pe larg.

Resoartele au rolul de a limita valoarea forței de apăsare prin energia înmagazinată în deformarea unui element elastic.

Prin forma resortului, materialul din care este confecționat, modul lui de montare și modul de combinare a eforturilor respective, resoartele permit, practic, limitarea forței de apăsare după orice lege, de la o variație proporțională cu deplasarea pînă la o valoare practic constantă (independentă de deplasare) trecînd prin aproape orice fel de diagramă.

Elementele elastice care formează resortul sînt confecționate din materiale foarte variate, la aparatele de măsurat utilizîndu-se în special oțelul, bronzul, alama tare, precum și cauciucul.

În general materialele din care se confecționează resoartele trebuie să aibă o limită de elasticitate cît mai ridicată pentru a permite, sub acțiunea forțelor exterioare, deformări elastice cît mai mari.

Prin deformări iau naștere forțe interioare care depind de materialul din care este confecționat resortul, de dimensiunile acestuia, de natura forței exterioare și de modul de solicitare (static, dinamic etc).

Resoartele utilizate la aparatele de măsurat se pot clasifica din următoarele puncte de vedere:

După formă în:

— Resoarte în lame
- simple (cu secțiune dreptunghiulară sau triunghiulară) la aparate de măsurat electrice, profilografe etc.
- multiple (secțiune triunghiulară)

— Resoarte elicoidale
- cilindrice (cu secţiune circulară, pătrată sau dreptunghiulară) la micrometre, comparatoare cu cadran, minimetre, milimes, microcator, microscop de scule, optimetre, etc.
- conice (cu secţiune circulară, pătrată sau drepunghiulară) la aparate de măsurat interior.
- hiperbolice
- prismatice

— Resoarte spirale plate (la comparatoare cu cadran, mecanisme de ceasornic etc);
— Resoarte inelare în general (de cauciuc);
— Resoarte disc.

După felul forţei la care sînt supuse, resoartele se clasifică în :

— Resoarte de întindere
— Resoarte de compresiune
— Resoarte de încovoiere
— Resoarte de răsucire
— Resoarte pentru solicitări combinate.

În construcţia aparatelor de măsurat, cele mai utilizate resoarte pentru producerea forţei de apăsare sînt resoartele elicoidale cilindrice, cu secţiune circulară, care lucrează la întindere sau comprimare, precum şi resoarte-lamă care lucrează la încovoiere.

Resoartele elicoidale care lucrează la întindere sînt executate cu spirele lipite. Spirele extreme servesc la prinderea resortului şi sînt îndoite astfel încît punctul de aplicare a forţei să fie axial.

Modul de prindere al acestor resoarte este foarte variat şi depinde de forma pieselor cu care vine în contact.

Capătul de prindere poate fi format prin îndoirea la 90° a jumătăţilor de spire extreme, astfel ca acestea să se găsească în planul axial al resortului (fig. 4).

Fig. 4

De asemeni se poate proceda la îndoirea spirelor întregi extreme la 60° (fig. 5) sau la 90° (fig. 6).

În spirele îndoite aşa cum s-a arătat, iau naştere întotdeauna tensiuni interne care determină adesea ruperea resortului în aceste regiuni.

Pentru resoarte confecţionate din sîrmă de 0,2 ... 4 mm, se recomandă ca prinderea să se facă prin intermediul a două plăci prevăzute cu cîte două găuri de care se prind spirele extreme ale resortului (fig. 7).

Resoartele elicoidale cilindrice, cu secţiune circulară, care lucrează la întindere, pot acţiona fie direct asupra tijei de palpare, fie indirect, prin intermediul unor pîrghii intermediare,

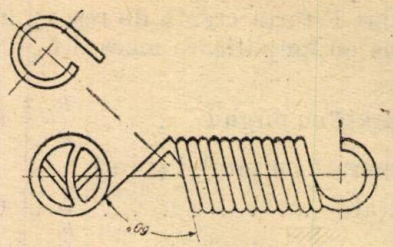


Fig. 5

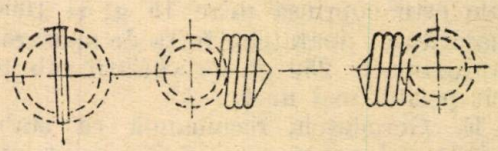


Fig. 6

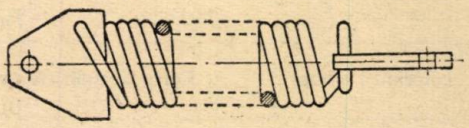


Fig. 7

care, în unele cazuri, pot face ca forţa de apăsare exercitată de resort să fie transmisă redus sau amplificat la tija de palpare.

În cele mai multe cazuri resoartele elicoidale acţionează direct asupra tijei de palpare.

Astfel de resoarte sînt utilizate la unele comparatoare cu cadran (fig. 8).

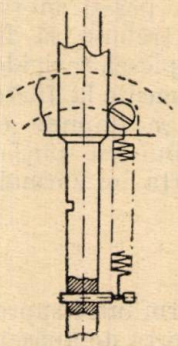


Fig. 8

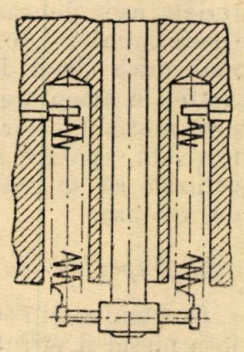


Fig. 9

În unele cazuri, în loc de un resort se folosesc două resoarte aşezate simetric faţă de tija de palpare (fig. 9).

Toţ astfel la microscopul de scule de tip mare resortul elicoidal utilizat (fig. 10) îşi schimbă mult lungimea prin deplasarea saniei (pînă la 150 mm). Din acest motiv forţa de apăsare dintre şurubul micrometric, calele plan paralele folosite pentru mărirea cursei şi punctul de sprijin sferic, poate să varieze de la 2 kgf la 6 kgf.

Acest lucru poate conduce la erori de măsurare prin aplatisarea vîrfului sferic de sprijin.

Pentru eliminarea influenței lungirii resortului asupra forței de apăsare, în vederea obținerii unei forțe de apăsare cît mai constantă, se

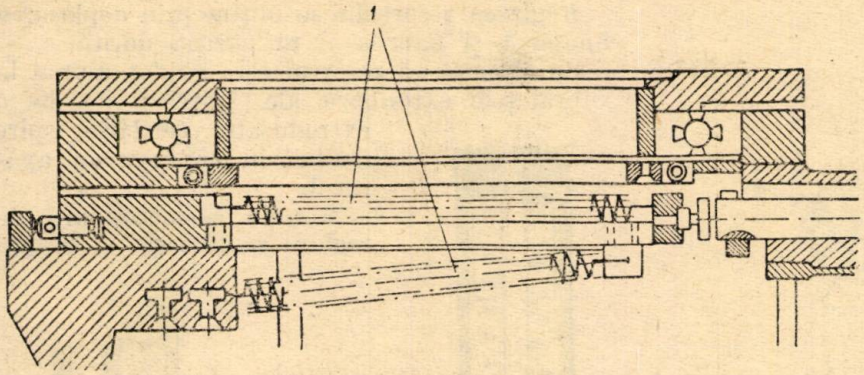


Fig. 10

întrebuințează pîrghii suplimentare, prin intermediul cărora resortul acționează asupra tijei de palpare.

În felul acesta odată cu deplasarea tijei de palpare se deplasează și pîrghia respectivă, ceeace face ca mărimea forței de apăsare să depindă de raportul de transmitere al pîrghiei.

Astfel resortul fiind prins cu un capăt la corpul aparatului și cu celălalt la una din extremitățile pîrghiei, cînd tija de palpare e în stare de repaos, resortul este atins cu o forță P_i, distanța între axa resortului și axa de rotație fiind a. (fig. 11).

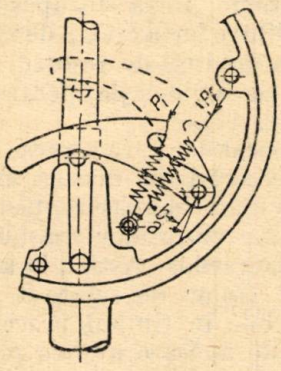


Fig. 11

Pe măsură ce tija se ridică, forța în resort se mărește și se micșorează distanța între axe.

Presupunînd că în poziția finală forța va fi P_f și distanța între axe b, se obține relația:

$$P_i = P_f \cdot b$$

În felul acesta dispozitivul de mai sus acționează ca un organ de compensare a variației forței de apăsare în funcție de întinderea resortului.

Eliminarea variațiilor forței de apăsare nu se poate face însă în acest caz în întregime, datorită frecărilor ce apar în mecanismul pîrghiei suplimentare.

Un dispozitiv pentru obținerea unei forțe de apăsare cît mai constante este arătat în fig. 12.

În cazul cînd resoartele nu funcționează direct asupra tijei de palpare, forța de apăsare poate fi transmisă, după caz, amplificat sau redus la aceasta.

Astfel este cazul minimetrului (fig. 13) respectiv milimesului (fig. 14).

În general, resoartele elicoidale care lucrează la întindere sînt utilizate la aparatele cu valoarea diviziunii între 0,01 mm (comparator cu cadran etc.) și 0,001 mm (minimetru, optimetru, etc).

Ele dau rezultate satisfăcătoare în special la aparatele cu cursa de măsurare pînă la 10 mm. La curse de măsurare mai mari, forța de apăsare variază mult.

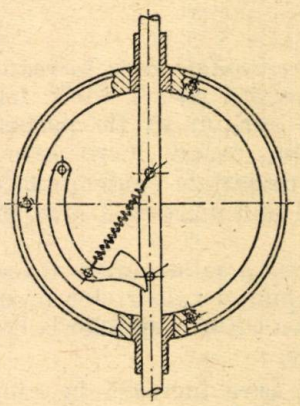


Fig. 12

Un alt neajuns al acestor resoarte constă în dificultatea de reglare a forței de apăsare. Această deficiență este remediată la dispozi-

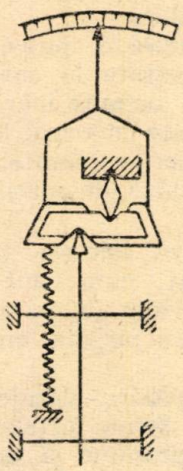


Fig. 13

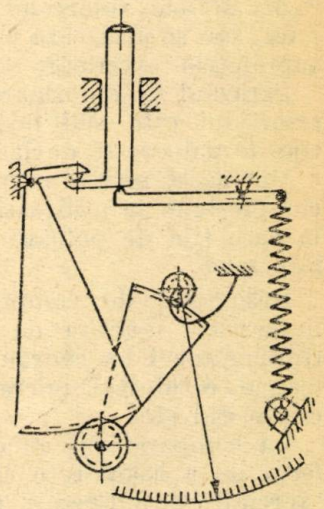


Fig. 14

tivele pentru măsurări interioare utilizate la optimetrele orizontale.

Aceste dispozitive permit reglarea resortului prin deplasarea unei bucșe 1 în piulița respectivă (fig. 15).

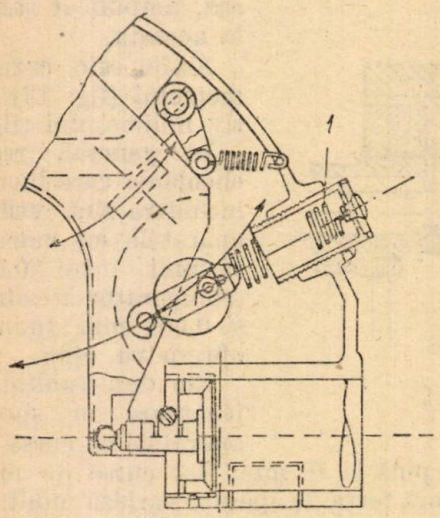


Fig. 15

Resoartele elicoidale care lucrează la compresiune se execută astfel încît fețele spirelor extreme, de sprijin, să fie perpendiculare pe axa resortului. Acest lucru este obținut de exemplu la resoartele confecționate din sîrmă, cu diametrul mai mare de 1 mm, prin polisarea capetelor.

În felul acesta se asigură o direcție determinată a deformației resoartelor precum și participarea egală a tuturor spirelor la lucrul mecanic de deformare.

Resoartele care lucrează la compresiune își măresc diametrul exterior, ceeace impune asigurarea unui joc între acesta și diametrul piesei în care sînt montate.

În cazul cînd resortul este solicitat la o forță mare, trebuie luate măsuri împotriva deformării axei lui. Pentru înlăturarea acestui pericol, spirele resortului sînt înfășurate pe un miez, sau se utilizează o bucșă care să ghideze suprafețele exterioare ale spirelor.

Pericolul de deformare excentrică a spirelor resortului este mai mare la aparate la care tija de palpare se deplasează pe distanțe mari.

Din acest motiv, resoartele care lucrează la compresiune se utilizează deobicei la aparatele la care tija de palpare are o cursă de măsurare mică.

Resoartele de compresiune se folosesc la numeroase aparate de măsurat, cum sînt: comparatorul cu cadran pentru alezaje, pasametrul, ortotestul, micrometrul cu pîrghie, microcatorul etc.

La comparatorul cu cadran pentru alezaje, forța de apăsare este egală cu suma forțelor exercitate de un resort de compresiune și un resort al comparatorului cu cadran propriu-zis.

Resoartele elicoidale care lucrează la compresiune prezintă avantajul că permit reglarea ușoară a forței lor de apăsare.

Un dispozitiv simplu pentru reglarea forței de apăsare este folosit la construcția microcatorului (fig. 16).

Reglarea resortului se obține prin deplasarea bucșei 1 și fixarea ei în poziția dorită.

Se observă că resortul este ghidat numai la suprafețele exterioare ale spirelor de la o extremitate, celelalte spire nefiind în contact cu aparatul.

Metode asemănătoare de reglare se folosesc și la pa-

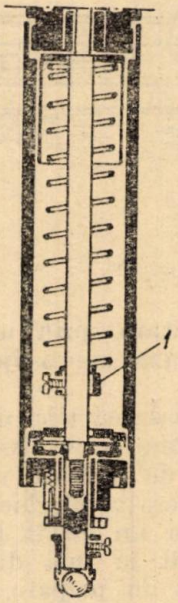


Fig. 16

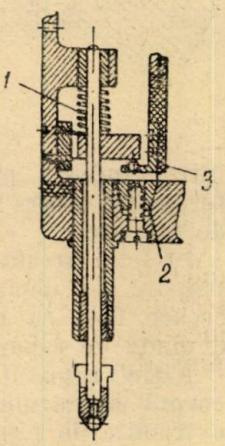


Fig. 17

sametru, micrometru cu pîrghii, ortotest etc. La aparatele de măsurat electrice de tipul celor cu contacte, forța de apăsare este dată de diferența dintre forța creată de resortul elicoidal 1 și aceea produsă de resortul lamă 2 care servește și ca articulație pentru pîrghia de contact 3 (fig. 17).

În cazul aparatelor care servesc la măsurarea în timpul prelucrării pe mașina unealtă, se recurge la forțe mari de apăsare, pentru a elimina astfel influența vibrațiilor mașinii asupra rezultatelor măsurărilor. Astfel, la aparatele pentru controlul căilor de rulare a inelelor rulmenților cu bile în timpul procesului de șlefuire, forța de apăsare ajunge pînă la 7 kgf.

Resoartele care lucrează la compresiune se folosesc de asemenea la aparatele de măsurat cu valoarea diviziunii între 0,01 mm (comparatoare cu cadran pentru alezaje, etc) și 0,001 mm (pasametru, pasimetru, micrometru cu pîrghii, ortotest, microcator etc).

Limitele de măsurare ale acestor aparate, în general, nu depășesc 0,2 mm (cu excepția comparatorului cu cadran pentru alezaje).

Resoartele lamă care lucrează la încovoiere sînt în general folosite la aparatele care servesc la controlul macrogeometriei și microgeometriei pieselor.

În fig. 18 este arătat un dispozitiv cu resoarte lamă, folosit la aparatele pentru controlul inelelor rulmenților cu bile.

Forța de apăsare se reglează cu ajutorul șurubului 1 care acționează asupra pîrghiei 2. Forța de apăsare produsă de resoartele lamă 4 se însumează la forța produsă de resortul 3. Deplasarea dispozitivului, produsă de abaterile

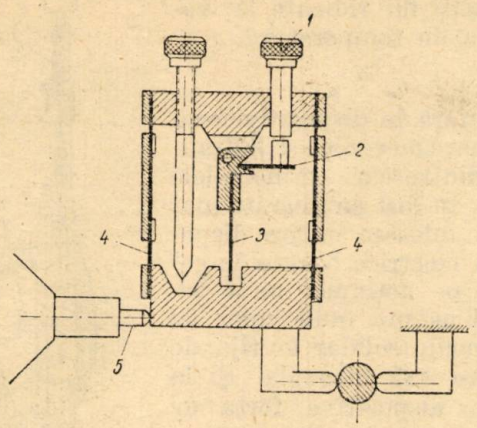


Fig. 18

de la forma geometrică a inelelor, se transmite la tija de măsurare 5 a unui aparat indicator.

La comparatorul cu cadran de dimensiuni mici, forța de apăsare este dată de resortul 1, cu secțiunea dreptunghiulară, care are un capăt încastrat în corpul aparatului iar celălalt sprijinit de tija de palpare. (fig. 19).

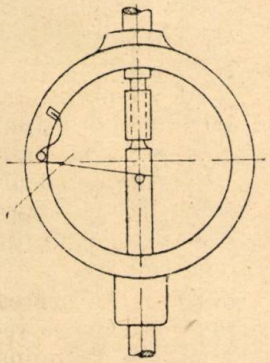


Fig. 19

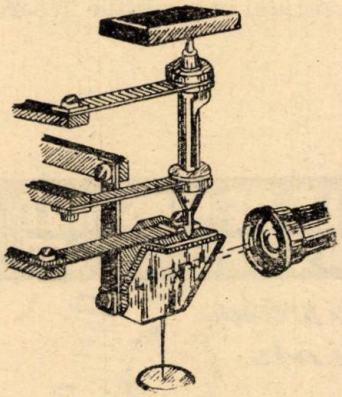


Fig. 20

La unele aparate de măsurat, resoartele lamă au pe lîngă rolul de a produce forța de apăsare și acela de a ghida deplasarea tijei. Astfel este cazul diferitelor profilometre și profilografe, la care resoartele lamă folosesc și ca sistem de suspensie a tijei de palpare (fig. 20).

Pentru asigurarea în aceste cazuri a unei forțe de apăsare redusă, grosimea lamelor pentru resoarte este mică, fiind în general cuprinsă între 0,04 mm (profilograful Levin) și 0,15 mm.

Resoartele lamă se folosesc cu succes și în cazurile cînd este necesar să se schimbe sensul de aplicare a forței de apăsare.

Astfel este cazul comparatorului cu pîrghii și roți dințate cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, tip pupitast, utilizat la controlul formei geometrice a pieselor, precum și la centrarea lor pe mașinile unelte (fig. 21).

Resortul 2 are capătul inferior introdus în tăietura făcută la capătul îndoit al unui resort lamă 1 iar capătul superior este fixat de bucșa 3 care poate fi rotită prin acționarea manetei 4.

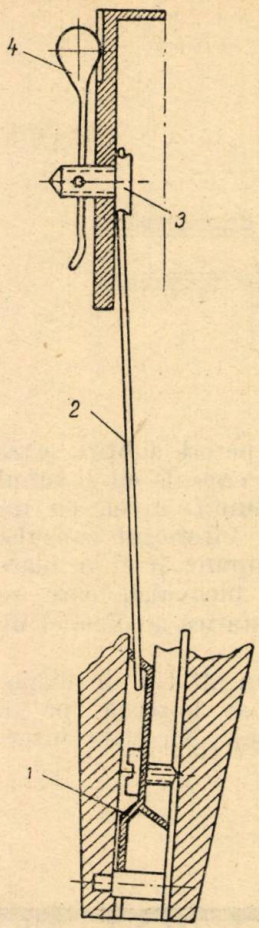


Fig. 21

Rotirea bucșei schimbă sensul de aplicare a forței produsă de resort și totodată și sensul de rotație a tijei de palpare și în consecință și a acului indicator.

În general, resoartele-lamă se folosesc la aparatele de măsurat cu limite de măsurare pînă la 0,1 mm.

În afară de dispozitivele cu resoarte, în cons-

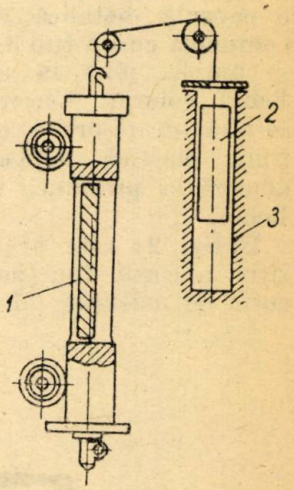


Fig. 22

trucția aparatelor de măsurat se utilizează pentru producerea forței de apăsare și **dispozitive mecanice cu greutăți.**

Aceste dispozitive au avantajul că produc o forță de apăsare constantă.

Astfel, la mașina de măsurat lungimi, verticală tip Abbe (fig. 22) forța de apăsare este dată de diferența dintre greutatea tubului 1 și a contragreutății 2, așezată în cilindrul cu ulei 3 și legată de tub printr-o panglică de oțel.

Această forță poate fi reglată prin adăugarea la tub a unor rondele speciale și rămîne constantă în tot intervalul de măsurare. În mod asemănător este obținută forța de apăsare la mașina de măsurat universală tip Abbe. Trebuie menționat că această mașină este prevăzută cu un ochi magic, care permite ca forța de apăsare, la măsurarea dimensiunilor interioare, să fie nulă.

Dispozitive cu acționare hidraulică

La unele aparate de măsurat dimensiuni mari, sau la unele mașini de măsurat, se poate adapta la nicovala mobilă un dispozitiv hidraulic de limitare a apăsării.

În fig. 23 este arătat un dispozitiv simplu cu acționare hidraulică. Nicovala acționează asupra unui piston 1 care vine în contact cu

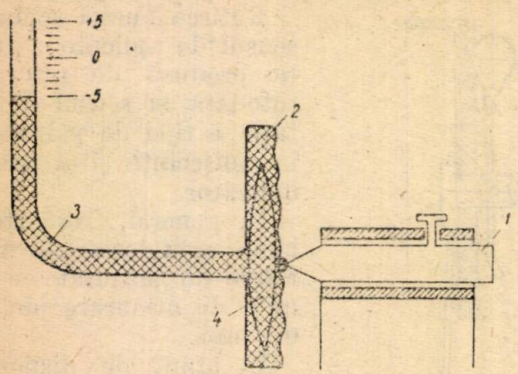


Fig. 23

o capsulă metalică 2 cu pereți subțiri, care comunică cu un tub 3. Atît capsula cît și tubul se umple, pînă la un anumit nivel, cu un lichid colorat. Uneori, în interiorul capsulei se alfă un resort 4 care opune și el o reacțiune elastică deplasării nicovalei, care se adaugă la presiunea hidrostatică a coloanei de lichid.

În fig. 24 este arătat un alt tip de dispozitiv a cărui funcționare se bazează pe o cutie de măsurat (Messdose). Nicovala intermediară 1 transmite deplasarea nicovalei mobile 2 la membrana 3, care acționează asupra lichidului care umple camera 4 legată de tubul 5.

Acest dispozitiv nu este recomandabil, din cauza sensibilității lui ridicate la variațiile de temperatură.

* * *

În afară de dispozitivele cu acționare mecanică și hidraulică, dintre care principalele tipuri au fost enumerate mai sus se folosesc uneori dispozitive electrice bazate în general pe acțiunea unui selenoid asupra unui miez de fier moale solidar cu tija de palpare sau nicovala. Și la aceste dispozitive forța de apăsare variază cu cursa de măsurare.

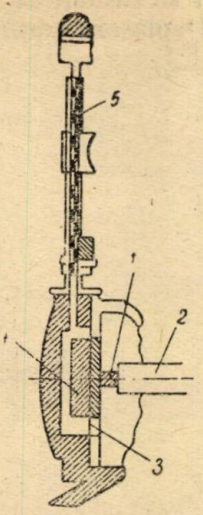
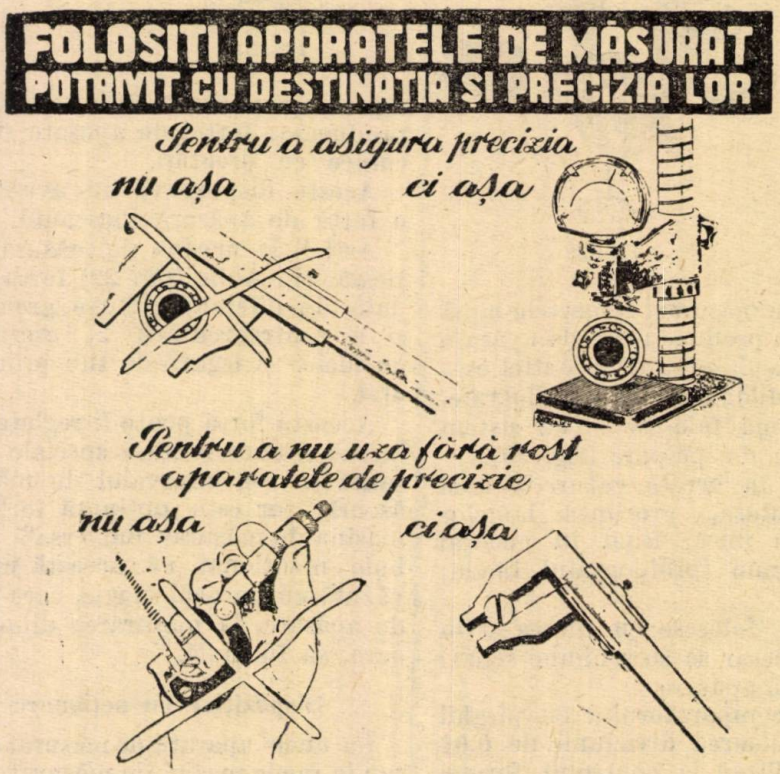


Fig. 24

* * *

Din cele de mai sus reese importanța mărimi forței de apăsare care constituie unul din factorii ce determină precizia măsurărilor. Aceasta impune o verificare periodică a valorii forței de apăsare pentru cursa de măsurare respectivă, pentru a asigura funcționarea aparatului în condițiile în care el a fost conceput.



Rezistențele etalon de crom-aur

(Pe marginea articolelor Dr. A. Schulze apărute în revista Wissenschaftliche Abhandlungen D.A.M.G.)

BÎRJIGA MARIANA

В этой статье дается описание калиброванных хромово-золотых сопротивлений изготовленных в „Германском Бюро мер и весов" а также опытные реэультаты полунечные при применении этих сопротивлений в течение 15 лет.

★

L'article contient une description des résistences étalon en chrome-or, construites par l',,Office Allemand pour les poids et mesures", ainsi que les résultats expérimentaux obtenus avec ces résistences après 15 années d'utilisation.

Stabilirea și păstrarea valorii ohmului absolut (pînă în 1946 se folosea ohmul internațional) este una din sarcinile laboratoarelor metrologice.

Determinările absolute se fac de către marile laboratoare metrologice la intervale mari de timp — astfel că conservarea unității de rezistență cade în sarcina bobinelor de manganină.

Pentru a se face posibil un control al constanței unității electrice de rezistență, în diferitele țări s-a ajuns în 1928 la înțelegerea de a stabili și de a se adopta ca valoare de referință, valoarea mijlocie a etaloanelor de rezistență ale laboratoarelor de stat din Germania, Anglia, Japonia, U.R.S.S. și Statele Unite ale Americii.

În acest scop etaloanele acestor țări se aduc la intervale regulate (din 2 în 2 ani) la Biroul Internațional de greutăți și măsuri (BIMP) din Sèvres — Franța și acolo se compară atît între ele, cît și cu o serie de rezistențe etalon a căror valoare mijlocie se presupune constantă în timp, și care sînt păstrate în permanență la Biroul Internațional.

Accentul se pune deci pe constanța în timp a rezistenței bobinelor și pe posibilitatea determinării cu o precizie cît mai mare a valorii rezistenței.

Bobinele din manganină (un aliaj de cupru mangan cu 86% Cu, 12% Mn, 2% Ni) cu coeficientul de temperatură de $10—20.10^{-6}$, au dat în acest scop rezultate mulțumitoare.

Asupra bobinelor din manganină s-au acumulat în decurs de aproape 60 ani prețioase cunoștințe cu privire la construcția bobinelor și a materialului folosit, făcîndu-se și experiențele necesare în scopul obținerii celor mai bune rezultate cu aceste bobine.

Paralel cu numeroasele cercetări făcute asupra manganinei, marile laboratoare metrologice au făcut cercetări și pentru găsirea unui metal sau aliaj cu proprietăți superioare manganinei.

Astfel la National Physical Laboratory (Anglia) s-au făcut studii asupra rezistențelor de platină — constatîndu-se o bună constanță în timp a rezistenței lor.

Folosirea rezistențelor de platină a fost abandonată însă, din cauza coeficientului de temperatură ridicat (4‰) care impunea o mare precizie în cunoașterea temperaturii rezistenței. O schimbare de 0,001°C a temperaturii firului unei astfel de rezistențe provoacă o variație de 4 milionimi, ceea ce este un impediment serios.

Într-un raport prezentat de I. L. Thomas de la National Bureau of Standard în 1934 — se menționează calitățile excepționale ale aliajului de crom-aur. (2,3% Cr).

La Institutul german de fizică tehnică s-au făcut diferite studii și cercetări foarte intense în legătură cu acest aliaj.

În cele ce urmează rezumăm unele din aceste studii, folosind articolele Dr. A Schulze, publicate în revista „Wissenschaftliche Abhandlungen D.A.M.G." din anul 1955.

Din studiile sistematice făcute în 1935 asupra aliajului de crom-aur menționat, a rezultat că procentul de 2,05% în greutate de crom este mai favorabil.

În 1936 s-au construit la Institutul german de fizică tehnică primele rezistențe cu acest aliaj.

Firul înfășurat pe un tub de porțelan a fost tratat termic în vid sau într-o atmosferă neutră, timp de 20 ore la 200°C și după aceea a fost răcit lent pînă la temperatura ambiantă.

Prin acest tratament termic al aliajului crom-aur, s-a ajuns ca coeficientul său de temperatură, care la început era mai mare decît 100.10^{-6}, să scadă la valoarea de circa $+ 1.10^{-6}$, deci cu un ordin de mărime mai mic decît al manganinei.

Un alt avantaj foarte important al rezistențelor etalon de crom-aur este acela că valoarea rezistenței ajunge în general constantă la cîteva săptămîni după confecționarea bobinei.

Construcția primelor rezistențe de acest fel a fost identică construcției rezistențelor din

manganină. Observațiile făcute asupra lor timp de 15 ani (1936—1951) au condus la unele concluzii interesante.

Astfel după un timp de observație de circa 7 ani s-a stabilit o variație a rezistenței medie de 3 sutimi de miimi, în următorii 4 ani au intervenit variații doar de cîteva milionimi, iar în ultimii ani variațiile au fost foarte mici; variația totală pentru întreaga perioadă de

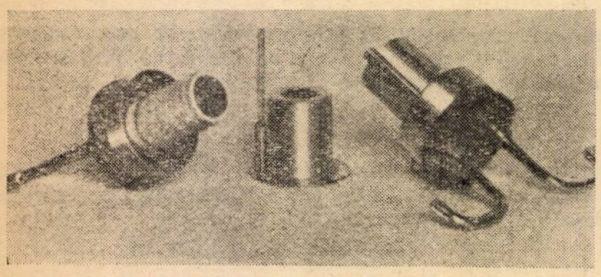


Fig. 1 — Rezistență de crom-aur, de 10 Ω, montată într-o carcasă de alamă (în atmosferă de argon)

timp a rămas de circa 4 sutimi de miimi.

Observațiile făcute au arătat însă o influență a umidității asupra valorii rezistențelor bobinelor și anume o creștere a acestor rezistențe.

Această creștere s-a trecut pe seama umflării lacului cu care era izolat firul de crom-aur pentru a fi protejat de oxidare.

Pentru a elimina complet influența umidității aerului s-au construit în 1939 rezistențe din fir neizolat, care după înfășurarea pe tubul de porțelan, după tratamentul termic menționat

Tabela 1

Comportarea în timp a valorilor în ohmi internaționali a două rezistențe de crom-aur, în atmosferă de argon, la 20°C

Timpul	$10\ G\ A_1$ $\alpha = -0{,}99.10^{-6}$ $\beta = -0{,}06.10^{-6}$	$10\ G\ A_4$ $\alpha = +1{,}39.10^{-6}$ $\beta = +0{,}07.10^{-6}$
9.5.1939	10,00020	10,00043
20.6	24	43
11.8	18	47
17.11	23	42
26.1.1940	25	40
15.2	24	40
27.6	20	40
26.9	20	41
25.1.1941	18	35
28.2	16	37
10.5	16	35
25.9	15	37
9.3.1942	16	37
23.10	18	35
25.3.1943	18	34
22.2.1944	18	37
9.11	14	42
18.7.1945	16	37
27.10	21	40
15.2.1946	21	41
20.1.1947	22	43
5.6.1948	22	41
11.8.1951	20	47
6.3.1952	20	47

și după ajustarea necesară sînt închise într-o carcasă de alamă. (fig. 1).

Rezistența este astfel separată de aerul exterior și pentru a feri sîrma de oxidare, carcasa este umplută cu argon la o presiune de 1/2 atmosfere.

Comportarea în timp a acestor rezistențe se poate urmări în tabela 1.

După cum se vede din această tabelă, rezistențele de crom-aur închise în atmosferă de argon prezintă în decurs de aproape 13 ani doar variații de cîteva milionimi. Datorită bunei lor comportări, aceste rezistențe se folosesc la „Oficiul german pentru măsuri și greutăți" în mod permanent la măsurători speciale, cu maximum de precizie.

Prevederea bornelor de tensiune a sugerat ideea folosirii unui înveliș de sticlă pentru protejarea rezistenței.

Rezistențele de aur-crom, fără borne de tensiune, în înveliș de sticlă, sînt construite în felul următor. Sîrma de rezistență este bobinată pe un cilindru gol din material ceramic prevăzut cu un șanț de ghidaj elicoidal. (Fig. 2).

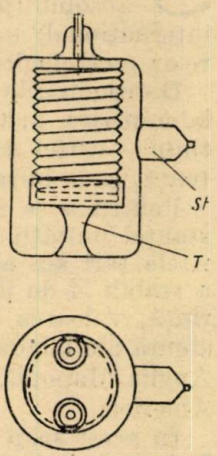


Fig. 2. Rezistența de crom-aur închisă în înveliș de sticlă fără borne de tensiune — în atmosferă de argon (vederea de sus și laterală)

Capetele firului sînt scoase din recipientul de sticlă prin tuburile mici de platină (Pt) încorporate prin topire în îngroșările N (fig. 3) ale recipientului. Spre a se asigura trecerea curentului numai prin sîrma de rezistență

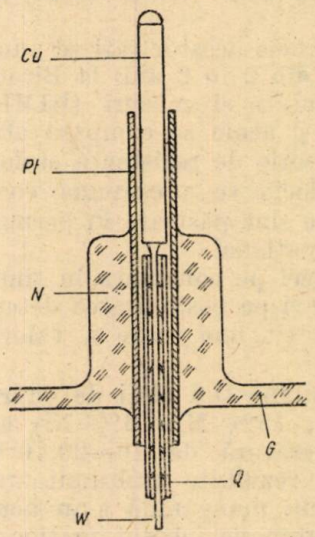


Fig. 3. Trecerea sîrmei de rezistență (crom-aur) prin învelișul de sticlă.

(W), aceasta este izolată de tubul de platină printr-un capilar de cuarț (Q).

La capetele firului sînt sudați niște cilindri mici de cupru (Cu), care ies deasupra capului tubului de platină.

Capetele tubului de platină sînt sudate cu cilindrul de cupru, iar capetele cilindrilor de cupru sînt lipite cu cositor în găurile a două benzi groase de cupru (CuB) îndoite în mod corespunzător.

Benzile de cupru (fig. 4) sînt fixate prin înșurubare și lipire de etrierii pentru conducere a curentului.

Corpul rezistenței stă fix la partea de jos a recipientului de sticlă pe o farfurie de sticlă cu picior lipit prin topire (T). Recipientul de sticlă posedă o tubulară de adaos (St) al cărui diametru se menține atît de mare, încît prin ea se pot executa ajustări ulterioare ale rezis-

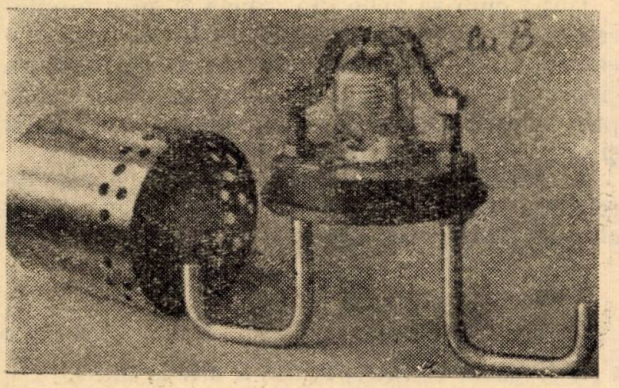


Fig. 4. Rezistență de crom-aur de 1Ω în înveliș de sticlă fără borne de tensiune

tenței, prin răzuire cu o sculă potrivită. Tubulara mai servește și pentru facerea vidului și umplerea cu gaz de protecție (argon), iar după aceea se închide prin topire. Recipientul de

Tabela 2

Variația în funcție de timp a valorilor în Ω int a patru rezistențe de crom-aur (în înveliș de sticlă cu atmosferă de argon).

Data	$G\ A_4$ $\alpha = +3{,}2_1 \cdot 10^{-6}$ $\beta = +0{,}1_0 \cdot 10^{-6}$	$G\ A_6$ $\alpha = +1{,}9_6 \cdot 10^{-6}$ $\beta = +0{,}1_1 \cdot 10^{-6}$	$G\ A_7$ $\alpha = +4{,}1_5 \cdot 10^{-6}$ $\beta = -0{,}1_8 \cdot 10^{-6}$	$G\ A_{12}$ $\alpha = -0{,}3_3 \cdot 10^{-6}$ $\beta = -0{,}1_1 \cdot 10^{-6}$
18.7.1951	0,999894	—	0,999857	—
22.8	97	1,000170	860	—
22.9	93	64	854	1,000540
20.10	94	66	856	537
20.11	93	65	855	538
20.12	95	69	859	538
20.1.1952	98	70	860	541
27.2	97	70	861	544
25.3	97	70	859	542

sticlă împreună cu corpul rezistenței este scufundat puțin în capacul cutiei și este fixat de aceasta cu ajutorul unui inel de tablă.

Ca protecție, corpul rezistenței împreună cu învelișul său etanș, este încorporat în carcasa unei rezistențe etalon de dimensiuni obișnuite.

Rezistențele de crom-aur, cu borne de tensiune, au o construcție asemănătoare (fig. 5, fig. 6) — numai că la capetele sîrmei de rezistență sînt sudați niște etrieri scurți din sîrmă de platină (Pt) de unde pleacă conductorii pentru curent și tensiune.

Aceste două construcții noi de rezistențe de crom-aur introduse în atmosferă de argon s-au dovedit foarte bune după cum reiese din tabela 2, care arată variația în funcție de timp a valorilor de rezistență.

O altă problemă pusă de asigurarea unei precizii cît mai ridicate, la rezistențele de crom-aur este dependența de sarcină foarte mică și cunoscută.

Pentru a determina efectele dependenței de sarcină s-a construit o rezistență specială pentru experimentare.

Rezistența este de tipul rezistențelor cu borne de tensiune—avînd lipite la mijlocul sîrmei de

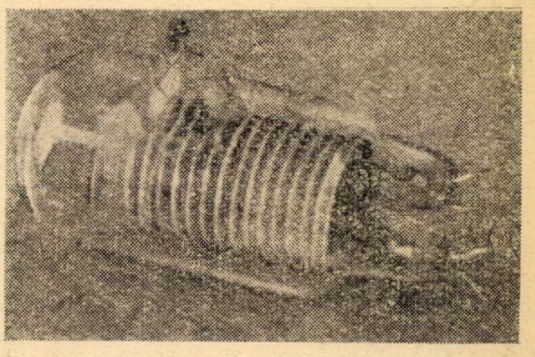


Fig. 5. Trecerea sîrmei de rezistență prin învelișul de sticlă.

crom-aur (1) și la locurile de legătură cu sîrmă de platină (2,3) termoelemente de constantan-fier.

Rezultatele obținute supunînd rezistența de cercetat la diverse sarcini, sînt consemnate în *tabela 3* în care Δt_1 reprezintă supratempera-

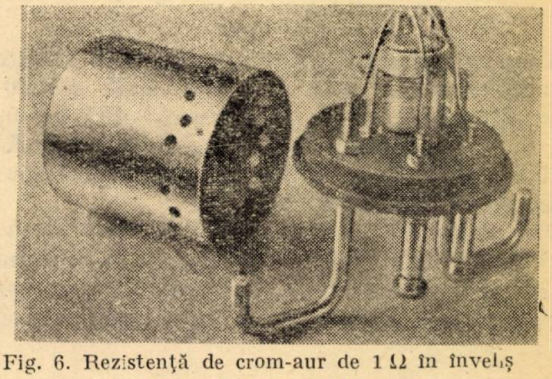


Fig. 6. Rezistență de crom-aur de 1 Ω în înveliș de sticlă cu borne de tensiune.

tura dela mijlocul sîrmei, iar Δt_p reprezintă variațiile de temperatură la inversarea curentului la lipiturile de la capete.

Din tabelă reise în linii mari o variație liniară a supratemperaturilor în funcție de sarcină. Supratemperatura (Δt_1) pentru sarcina de 1W este de circa 40°C la o umplere cu aer sau

argon a recipientului aflat în aer. Prin introducerea recipientului într-o baie agitată cu ulei de parafină, această supratemperatură scade la 24°C. Folosind la această bobină o umplutură de heliu care are aproximativ aceeași bună conductivitate termică ca și hidrogenul, temperatura se găsește abia cu 8°C peste temperatura băii.

Ultimul rînd al tabelei arată că supratemperatura aceleeași rezistențe, fără înveliș, într-o baie de ulei de parafină, la o sarcină de 1W, este de numai 1°C.

La o sarcină de 0,05 W, sîrma de rezistență aflată într-un recipient umplut cu aer sau argon în baie de ulei, arată o supratemperatură de circa 1°C.

pricinuiesc o eroare de rezistență de 1—2.10^{-6} la rezistențele etalon de 1 Ω, cu borne de potențial.

Această eroare s-a determinat și experimental pentru a putea cunoaște cu precizie valoarea ei.

Forța termoelectromotoare independentă de sensul curentului, se elimină prin citiri făcute cu un sens și altul al curentului.

După cum se vede din tabela 3, prin umplerea recipientului rezistenței cu heliu, se scade considerabil, în afară de supratemperatura sîrmei Δt_1 și diferența de temperatură Δt_p, iar prin aceasta se micșorează efectul Peltier ca și eroarea față de sarcină.

La rezistențele de crom-aur fără borne de tensiune firul de crom-aur se leagă prin niște cilindri scurți de cupru direct cu benzi pu-

Tabela 3

Supratemperaturile (Δt_1) și diferențele de temperatură (Δt_p) cauzate de efectul Peltier, la diverse sarcini, la o rezistență pentru cercetări de crom-aur de 1 Ω.

Sarcina	W / A	0,05 / 0,224		0,10 / 0,316		0,50 / 0,707		1,00 / 1,00	
°C		Δt_1	Δt_p	Δt_1	Δt_p	Δt_1	Δt_p	Δt_1	Δt_p
Recipient plin cu aer	În aer	2,8	0,3	5,3	0,4	24,0	1,0	40,3	1,5
Recipient plin cu argon	„ „	2,4	0,3	4,9	0,4	21,5	0,9	41,6	1,6
Recipient plin cu heliu	„ „	1,3	0,1	2,6	$0,1_5$	12,0	0,3	23,7	0,4
Recipient plin cu aer	În ulei de parafină	$1,1_5$	0,3	2,3	0,4	11,3	0,9	23,2	1,3
Recipient plin cu argon	„ „	$1,2_5$	0,3	2,5	0,4	12,5	1,0	25,1	1,4
Recipient plin cu heliu	„ „	0,4	0,1	0,6	0,2	3,7	0,3	7,6	0,4
Rezistență fără înveliș	„ „	0	0	0,1	0	0,7	0	1,1	0

Cînd coeficientul de temperatură al rezistenței de crom-aur este mai mic decît $\pm 2.10^{-6}$, variațiile rezistenței, la sarcina pînă la 0,05 W se găsesc în limitele de $\pm 2.10^{-6}$, adică de ordinul limitelor erorilor de măsurare atinse la măsurările metrologice.

Diferența de temperatură Δt_p este pusă în sarcina efectului Peltier — care dă naștere unor tensiuni termoelectrice dependente de sensul curentului și independente de sarcină — care ternice de cupru; efectul Peltier care generează erorile cele mai mari se suprimă aici cu totul, din cauza bunei eliminări a căldurii de către cupru.

Datorită comportării lor excepționale patru rezistențe de crom-aur, cu borne speciale de tensiune, au fost alese ca rezistențe etalon principale ale „Oficiului german de măsuri și greutăți„ —asigurînd conservarea valorii ohmului în R.D.G.

Unele probleme ale aparatelor de măsurat de pe bordul avioanelor

Ing. L. DUMITRESCU

В настоящей статье автором дается анализ различного типа приборов, применяемых в авиации и делается попытка их группировки в зависимости от назначения отдельных типов.

Затем дается общий обзор условии рабочих измерительных приборов, применяемых в этой особой области, ис которых вытекают их специальные конструктивные условия.

★

L'auteur analyse d'abord les différents types d'instruments de mesure utilisés en aéronautique, en essayant une classification d'après leur destination. Il donne ensuite un aperçu sur les conditions de fonctionnement des instruments de mesure utilisés dans ce domaine, d'où en résultent des conditions spéciales de construction

De la primele zboruri ale lui Traian Vuia şi ale celorlalţi pionieri ai aviaţiei a trecut o jumătate de secol; dar în acest interval de timp, scurt din punct de vedere istoric, am asistat la o uriaşă dezvoltare a tehnicii aeronautice, într-un ritm comparabil numai cu acela al dezvoltării contemporane a tehnicii nucleare.

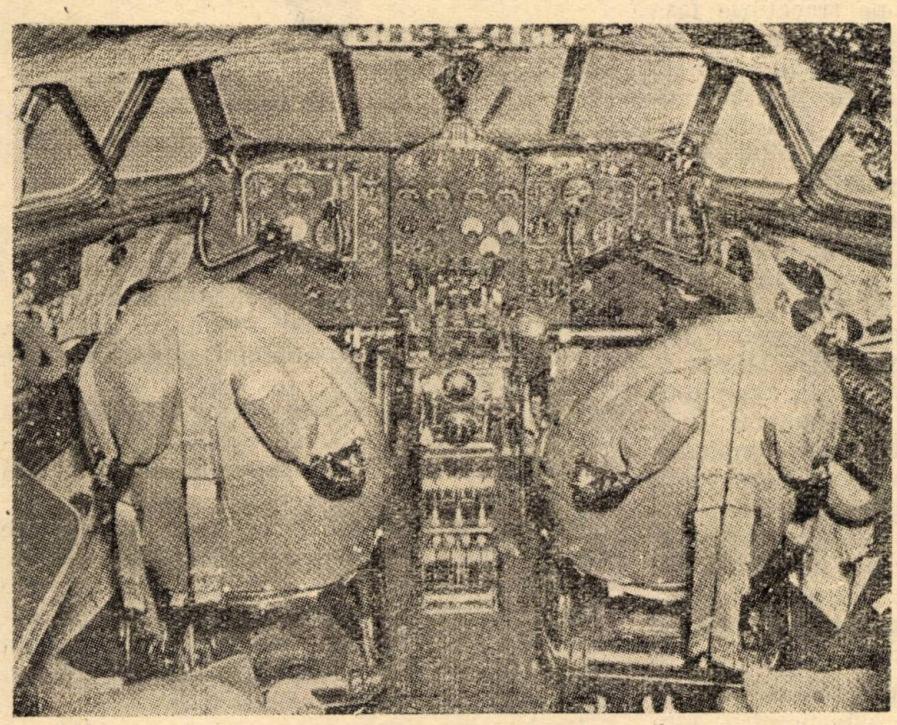


Fig. 1

De la construcţiile rudimentare de la începutul secolului s-a ajuns acum la avioane în greutate de 200 tone, care transportă 150 pasageri cu 1000 km pe oră şi cu o putere instalată de ordinul a 100.000 CP.

Este evident că, în acelaşi timp, a crescut şi complexitatea instalaţiilor de bord; de exemplu cablurile electrice de pe un avion de pasageri modern ating o lungime totală de cca. 100 km. Ceea ce însă reprezintă în mod tipic tendinţa de dezvoltare în construcţia avioanelor, este creşterea continuă a numărului şi diversităţii aparatelor de bord. Figura 1 reprezintă o vedere a postului de pilotaj al unui avion de pasageri cuadrimotor şi poate ilustra aproximativ cele spuse mai sus.

Această continuă creştere a numărului de aparate de bord îşi are justificarea în neîncetata mărire a pretenţiilor faţă de calităţile aeronavelor. Au crescut în primul rînd cerinţele în privinţa performanţelor tehnice propriu zise: înălţimea de zbor — ceea ce necesită altimetre perfecţionate: raza de acţiune — ceea ce pretinde existenţa unor instrumente de navigaţie corespunzătoare; viteza de zbor—care, ajungînd comparabilă cu viteza sunetului, pretinde folosirea machmetrelor, etc.

În al doilea rînd, au crescut foarte mult exigenţele în ceeace priveşte capacitatea de a executa sboruri în orice condiţii meteorologice, în scopul asigurării unei cît mai stricte regularităţi a curselor; aceasta a dus la apariţia instrumentelor de pilotaj fără vizibilitate, de aterisare controlată prin radio-locaţie, etc. În

fine, s-au impus condiții din ce în ce mai severe de siguranță a sborului; din acest motiv instrumentele de bord esențiale sînt în dublu exemplar (și din nefericire, mai toate instrumentele sînt esențiale), și s-au introdus aparate noi, ca de exemplu avertizorul de furtună cu radio-locator, indicatorul de viteză limită de sustentație, radio-locatorul pentru evitarea obstacolelor (munți, avioane venind în sens contrar). Faptul că azi aviația prezintă un procent mai redus de accidente, raportat la numărul de pasageri — kilometri, decît chiar calea ferată, se datorește în mare măsură instrumentației din ce în ce mai complete cu care sînt prevăzute avioanele moderne.

Pentru a completa cele de mai sus și înainte de a studia problemele tehnice puse de construcția aparatelor de bord, să prezentăm în mod sumar instrumentele de măsurat ce se găsesc pe un avion modern.

O primă grupă de aparate servește la pilotaj.

Cum avionul este un mobil ce se deplasează în spațiu, atît în plan orizontal, cît și pe verticală, pentru cunoașterea deplasărilor sale este necesar ca pe lîngă vitezometrul obișnuit — cu tub Pitot — să se dispună de un altimetru — sau, mai modern, radio-altimetru, și de un instrument care să indice viteza de deplasare pe verticală — variometrul.

Pentru pilotaj însă, este necesar să se cunoască și poziția avionului pe traectorie față de axele sale; în acest scop servesc indicatorul de viraj și glisadă, care indică înclinațiile laterale, giro-orizontal, care arată poziția față de planul orizontal, precum și giro-direcționalul, servind la cunoașterea rotațiilor avionului în jurul axei sale verticale.

O a doua categorie de instrumente de bord o constituie mijloacele de navigație aeriană, și începe cu clasica busolă. Aceasta însă a evoluat mult față de compasul marin, fiind cu transmiterea electrică la distanță (pentru evitarea cîmpurilor magnetice parazite, busola se plasează fie pe o aripă, fie în coada avionului) și avînd dispozitive speciale de amortizare. În construcțiile moderne busola este combinată cu giro-direcționalul, sub forma giro-compasului. Acesta nu posedă erorile de precesie ale aparatelor giroscopice, căci sînt automat corectate de busolă și nici oscilațiile sau întîrzierea de răspuns a busolei magnetice. Tocmai de aceea ea este utilizată atît la navigație după compas cît și la pilotaj.

Un alt grup de instrumente este acel al instrumentelor de navigație astronomică, cum ar fi sextantul (în fig. 2 este ilustrat un sextant aviatic semi-automat, prevăzut cu periscop), cronometrele, calculatoarele etc.

Acest sistem de navigație a rămas încă pînă azi cel mai important mijloc pentru traversarea zonelor polare, unde declinația magnetică atinge valori inadmisibile pentru navigația după compas, precum și în zonele neacoperite de rețele radiofonice pentru navigație, care formează al treilea grup de navigație — compasul radio-goniometric, navigatorul Decca, etc.

În fine, de curînd s-a anunțat punerea la punct a unor aparate de navigație inerțială pe bază de accelerometre, complet automatizate,

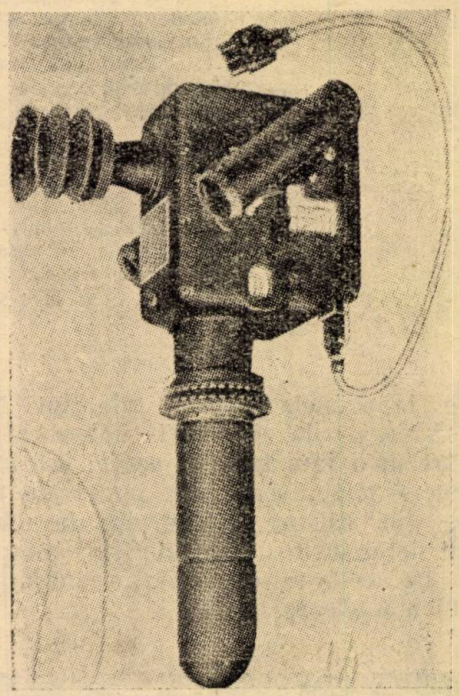


Fig. 2

precum și automatizarea aparaturii de navigație astronomică.

A treia categorie de aparate de bord o constituie instrumentele pentru controlul motoarelor; în această grupă intră diferitele indicatoare de presiune a aerului de admisie în motor, a uleiului sau combustibilului, indicatoare de temperatură de ulei, de gaze arse la diferitele puncte calde din motor (chiulasă, camere de ardere etc.), apoi turometrele, analizoarele de gaze, indicatoarele de debit sau rezervă de combustibil etc.

În fine mai trebuie amintite și alte aparate care se află pe bordul avioanelor, avînd cele mai diverse scopuri — ca de pildă, instalațiile pentru comanda condiționării aerului din cabină, la aparatele de pasageri, apoi sistemul de pilotaj automat, diferitele instrumente în legătură cu instalația electrică și altele.

Dacă acum ținem seama că o parte din instrumentele enumerate mai sus sînt în dublu exemplar și că, în plus, la postul de pilotaj trebuie să se afle și diferitele manete de comandă și butoane pentru instalațiile anexe, înțelegem semnificația figurii prezentate, dar și dificultatea pilotării unui avion modern.

Cu toate că o parte din instrumentele aviatice se întîlnesc și în alte utilizări terestre,

aparatele care se folosesc pe avioane au caracteristici speciale, cerînd o proiectare şi o execuţie diferită, din cauza condiţiilor deosebit de grele de lucru. Aceste condiţii vor face obiectul celor arătate mai jos.

* * *

1. Trebuie amintite în primul rînd condiţiile foarte severe de temperatură. Variaţile de temperatură întîlnite pe avion nu au numai un ecart foarte mare, ci se produc şi foarte brusc, şi de repetate ori. În decurs de cîteva minute, temperatura la care trebuie să lucreze instrumentele poate varia între — 50°C şi + 40°C, atunci cînd se coboară cu avionul de la înălţime, pe un aeroport scăldat în soare. Din acest motiv, trebuiesc luate măsuri speciale de protecţie a aparaturii: etanşare cu garnituri de cauciuc sintetic pe bază de silicon, utilizarea unor uleiuri de ungere cu punct de congelare foarte scăzut, folosirea de dispozitive de compensare automată a dilatărilor, construcţie rigidă rezistînd la eforturile interne produse de dilatări.

Pentru a proteja aparatele sensibile de acţiunea variaţiilor de temperatură, deseori se practică încălzirea pe cale electrică a elementelor speciale cum ar fi instalaţiile electronice.

2. Un alt factor atmosferic care afectează instrumentele de bord este variaţia presiunii atmosferice, care are acelaşi caracter brusc şi de mare amplitudine, ca şi variaţia temperaturii. În adevăr, la înălţimea de 15.000 m, presiunea atmosferică este de numai 0,12 kg/cm^2, iar la 20.000 m, de 0,05 kg/cm^2, ceeace necesită folosirea de uleiuri greu emulsionabile; pe de altă parte, la instrumentele care folosesc presiunea aerului pentru antrenarea echipajelor mobile indicatoare, forţa produsă de presiuni atît de scăzute nu este uneori suficientă pentru învingerea frecărilor mecanice. La altitudini mari, giroscoapele nu mai pot fi antrenate prin vacuum, ceea ce a dus la generalizarea instrumentelor giroscopice antrenate cu motoare electrice.

3. Pe lîngă grelele condiţii atmosferice, instrumentale de pe bordul avionului sînt supuse şi la acţiuni nefavorabile datorite însăşi condiţiilor specifice de funcţionare a acestora. În legătură cu aceasta vom aminti mai întîi vibraţiile, nelipsite la orice zbor. Ele se datoresc mai ales motoarelor, care nu pot fi niciodată montate perfect elastic, iar în al doilea rînd, efectelor aeroelastice, care se simt mai ales la viteze mari. Avionul fiind construit întotdeauna cu greutate cît mai redusă, excitaţiile exterioare nu se amortizează suficient în masa aparatului, ci se transmit şi la instrumentele de bord. Pe de o parte, aceste vibraţii sînt utile, căci reduc frecările statice în diferitele articulaţii care compun mecanismele aparatelor de măsură; pe de altă parte însă, vibraţiile supun la eforturi mari tijele fine şi lagărele de precizie, şi micşorează în acelaş timp sensibilitatea instrumentelor. Din acest motiv se caută întotdeauna să se realizeze suspensii cît mai elastice ale instrumentelor pe panoul de bord.

4. O problemă foarte grea pentru construcţia aparatelor de pe bordul avioanelor, o constituie solicitările mecanice foarte mari datorite forţelor de inerţie care apar în cursul evoluţiilor avionului, forţe care pot ajunge pînă la de 10—12 ori greutatea proprie. Realizarea unui compromis acceptabil între cerinţele de robusteţe şi necesităţile de precizie a instrument lor, este întotdeauna dificilă şi se obţine prin încercări îndelungate şi costitoare.

5. Nu trebuie de asemeni uitat că instrumentele de bord sînt chemate să dea indicaţii corecte în orice poziţie s-ar afla avionul în timpul sborului. Această condiţie împiedică folosirea principiului hidrostatic sau a pendulului pentru funcţionarea aparatelor.

6. În fine, o ultimă condiţie impusă instrumentelor de bord de condiţiile de lucru de pe avioane, este perfecta ecranare magnetică şi electrică. Această condiţie apare ca necesară din două motive: în primul rînd pentru evitarea inducţiilor parazite care ar putea perturba funcţionarea aparatului respectiv — inducţii ce pot fi produse de multitudinea de aparate şi instalaţii electrice de la bord —, iar în al doilea rînd pentru a nu forma paraziţi radiofonici, care ar împiedica radio-comunicaţiile.

Ecranarea este întotdeauna posibilă în principiu, dar are ca efecte dăunătoare, întîi slăbirea fluxului produs de echipajul magnetic sau electric al aparatului respectiv, şi apoi îngreunarea instrumentului, care trebuie totdeauna evitată pe cît posibil.

7. Necesitatea realizării unor aparate cu o greutate cît mai redusă, precum şi cu dimensiuni cît mai compacte, formează a doua grupă de cerinţe pe care le impun instrumentelor aviatice, condiţiile de zbor ale avionului, pentru a se obţine performanţe ridicate.

Aceste preocupări au stat întotdeauna în centrul atenţiei constructorilor de aparate de bord, care au obţinut în acest sens realizări remarcabile. Vom cita de exemplu, un tachimetru electric acţionat de la distanţă, cu indicare a turaţiei motorului în procente din turaţia maximă.

Construcţia aparatului este extrem de compactă, avînd un diametru de numai 5 cm şi o greutate totală de cca. 1,200 kg; aparatul este umplut cu gaz inert, pentru eliminarea influenţelor exterioare.

Un exemplu de realizare miniaturială îl constituie ventilatorul de bord care, într-un cub de 25 mm latura, include atît ventilatorul, cît şi electromotorul respectiv. Consumînd 4 waţi, ventilatorul oferă un debit de aer de 0,3 m^3/min, care poate fi folosit pentru răcirea aparaturii electronice, sau menţinerea unui flux constant de aer în anumite instrumente de bord delicate.

8. În sfîrşit, mai trebuie să ne ocupăm de cerinţele impuse aparatelor de bord de însăşi funcţionarea acestora. Este vorba în primul rînd de precizie. În această ordine de idei, este adevărat că o parte din instrumentele de bord au rolul de a da indicaţii mai mult calitative, dar există şi anumite aparate care trebuiesc să funcţioneze extrem de precis. De pildă altimetrul pentru aterizare trebuie să nu dea erori mai mari de 10 m altitudine, deşi condiţiile de funcţionare ale aparatului sînt deosebit de grele, după cum am arătat mai sus. Deasemeni, machmetrele trebue să indice foarte precis numărul Mach în apropierea vitezei sunetului, pentru ca pilotul să poată evita angajarea avionului în regimuri de sbor periculoase. Apoi instrumentele de navigaţie trebuie să ofere poziţia avionului cu multă exactitate, ceeace a dus la realizarea unor busole pentru avion deosebit de studiate.

9. Trebue să amintim apoi necesitatea imperioasă de a se asigura o lectură uşoară a instrumentelor de bord. Într-adevăr, pilotajul unui avion modern este o operaţie foarte complexă şi obositoare, care solicită deosebit de mult atenţia, şi nu permite ca lectura aparatelor de bord să se facă pe îndelete, ci mai mult prin priviri rapide, care îmbrăţişează întreg tabloul de bord. Din acest motiv, se caută să se dispună astfel instrumentele, încît condiţiile normale de sbor şi de funcţionare a motoarelor să aibă

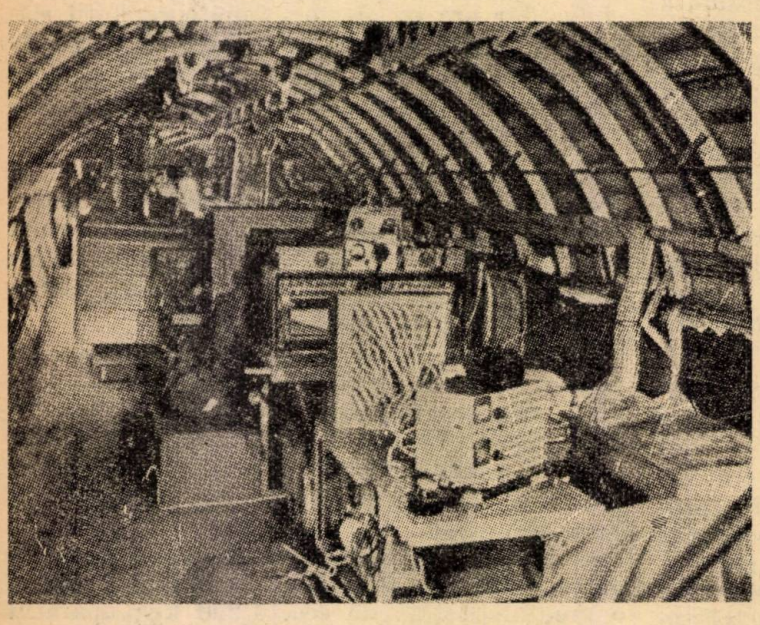


Fig. 3

ca efect formarea unei figuri geometrice simple de către acele indicatoare: de exemplu, toate acele să fie îndreptate vertical în sus.

În aceiaş ordine de idei, se caută să se realizeze cadrane indicatoare cît mai mari; aceasta însă contravine pe de o parte cerinţei reducerii dimensiunilor aparatelor şi pe de altă parte duce la o aglomeraţie prea mare pe tabloul de bord.

Vom mai pomeni tot aici şi despre necesitatea lecturii nocturne, care se realizează prin acoperirea acelor cu vopsele fosforescente, ceea ce însă îngreunează indicatoarele şi reduce sensibilitatea aparatelor.

10. Ajungem acum la una din condiţiile cele mai importante care trebuie impusă aparatelor de bord şi anume, desăvîrşita siguranţă de funcţionare. În acest scop nu se precupeţeşte nici un efort, chiar dacă preţul de cost al aparatelor creşte, pentru a se împiedica accidentele mortale care se pot datori proastei funcţionări chiar a unui instrument de bord atît de banal, ca termometrul de ulei. Printre măsurile de siguranţă, am amintit mai sus introducerea aparatelor în dublu exemplar; cu acelaşi efect, se folosesc instrumente diferite, care pot juca acelaşi rol: de exemplu, se montează la bord un vitezometru, precum şi un machmetru; sau un clinometru de pantă împreună cu giroorizontul, ori un radioaltimetru, avînd drept rezervă, un altimetru normal, aneroid.

11. În sfîrşit, ultima condiţie de care ne vom ocupa, privind aparatele de la bordul avionului, este automatizarea funcţionărilor. Această tendinţă modernă, care se manifestă azi în toate domeniile tehnicii, a apărut aci din cauza creşterii continue a complexităţii instalaţiilor de bord, care după cum am văzut, îngreuna la maximum pilotajul. În prezent se tinde să se reducă pe cît posibil echipajul, ajungîndu-se să se conducă avioane mari, cuadrimotoare cu 100 de pasageri, de numai două persoane: pilot şi copilot, care îndeplinesc în acelaş timp funcţiile radionavigatorului şi mecanicului de bord. Evident că aceasta cere un înalt nivel de automatizare a instalaţiilor. Este suficient să ne gîndim în acest sens la numărul mecanicilor care supraveghează maşinile unui transatlantic cu aceiaşi putere instalată ca un avion modern. Primele instrumente automatizate care au apărut, au fost piloţii automaţi, în anul 1914; de atunci însă, şi mai ales în ultimii ani, s-au făcut mari progrese.

Tot astfel de instrumente sînt utilizate şi pe rachetele cu ajutorul cărora se fac diverse experimentări în sbor, la viteze mari; cu aceasta însă intrăm în alt domeniu de utilizare al instrumentelor de măsurat la bordul avioanelor, şi anume al experimentărilor în sbor şi cercetărilor.

Încercările în zbor, în vederea realizării şi omologării prototipurilor de avioane, sînt foarte numeroase, şi necesită o aparatură de mare di-

versitate. De pildă, pentru ridicarea polarei avionului şi pentru studiul traectoriei sale sînt necesare accelerometre, cineteodolite, instrumente giroscopice. Pentru studiul de rezistenţă al structurii avionului sînt necesare înregistrări tensometrice şi vibrografice; pentru încercarea motoarelor se urmăresc temperaturile diferitelor puncte ale motoarelor, eforturi interne, consumurile de combustibil, ulei, etc.

Toate aceste încercări au drept caracteristică generală simultaneitatea şi complexitatea. Într-adevăr, aparatura transportată de un avion modern, în timpul încercărilor, atinge cîteva tone în greutate şi foloseşte în mare măsură înregistrarea simultană, pe film sensibil, a indicaţiilor obţinute cu oscilografe şi alte instrumente electronice.

În fig. 3 este reprezentată o vedere a interiorului unui avion de pasageri, în timpul zborurilor de încercare.

Cît priveşte instrumentele folosite pentru cercetări ştiinţifice în aer, ele sînt de o diversitate atît de mare, încît nu putem decît cita ca exemple aparatele pentru studiul parametrilor fizici a atmosferei la mari înălţimi, sau instrumentele înregistratoare pentru studierea statistică a rafalelor de vînt, ori dispozitivele speciale pentru explorat cîmpul de viteze ale aerului în stratul limită al aripii, sau, în sfîrşit, instrumentele pentru studiul propagării undelor radiofonice pentru comunicaţii aeriene.

Oricare ar fi însă scopurile pentru care se utilizează instrumentele de măsurat pe bordul avioanelor, constructorii lor nu economisesc nici un efort pentru a realiza aparate de cea mai bună calitate, care să asigure pe cît posibil respectarea cerinţelor atît de multiple şi grele impuse de mediul în care vor trebui să funcţioneze. Încununarea acestor eforturi este reprezentată prin contribuţia însemnată pe care o aduc zilnic instrumentele de bord la zborul avioanelor, cu performanţe mereu mai ridicate şi cu o siguranţă din ce în ce mai bună pentru pasageri. Iar faptul că realizările din tehnica instrumentelor pentru avioane sînt extinse în cele mai variate domenii tehnice, constituie un motiv de legitimă mîndrie pentru cei angrenaţi în această muncă dificilă, dar plină de satisfacţii.

Condiţii speciale ale aparatelor de măsurat din aviaţie

Ing. M. STĂNCIULESCU

В настоящей статье автор описывает специальные условия работы измерительных приборов, установленных на борту самолетов.

★

L'article qui suit traite des conditions de fonctionnement spécifiques aux instruments de mesure utilisés au bord des avions.

Mai mult ca ori unde în aviaţie precizia şi exactitatea instrumentelor de măsurat trebuie să atingă cel mai înalt nivel. Funcţionarea precisă a instrumentelor de măsurat, denumite şi instrumente de bord, este condiţionată de scopul pentru care sînt folosite. Dacă în celelalte domenii de activitate se defectează un instrument în timpul funcţionării, se poate opri instalaţia respectivă şi înlocui sau repara instrumentul.

In timpul zborului însă, defectarea unui instrument poate duce la mari neplăceri, mergînd pînă la aterizări forţate şi distrugere de material, tocmai din cauza unei indicaţii eronate.

Condiţiile de funcţionare a instrumentelor de bord la avioane sînt deosebite de cele în care funcţionează alte instrumente şi vom vedea că ele sînt influenţate de o serie întreagă de factori cari le grăbesc uzajul şi care cauzează defecţiuni în timpul exploatării.

Instrumentele de bord au în general o construcţie specială, condiţionată de construcţia avionului şi scopul pentru care va fi utilizat avionul. Astfel, pentru acelaş avion, utilizat în diferite scopuri sînt necesare diferite instalaţii de bord.

Din acest motiv ar fi necesar ca pentru aparatele şi instrumentele de măsurat folosite în aviaţie, metrologia să se ocupe mai îndeaproape, în laboratoarele Direcţiei Generale de Metrologie să se creieze condiţiile necesare pentru verificarea instrumentelor de bord.

Aceasta nu ar reclama mari investiţii şi, cu mijloacele şi posibilităţile existente, în laboratoarele centrale s-ar putea efectua verificarea la majoritatea instrumentelor de măsurat de la bordul avioanelor.

In aviaţie, majoritatea instrumentelor de bord folosesc aceleaşi unităţi de măsură ca şi instrumentele din industrie, însă se vor găsi

frecvent aparate combinate, cu dublu scop, folosind ca principii de măsurare aceleaşi principii din fizică folosite de aparatele similare.

Instrumentele de bord din aviaţie se împart în trei grupe :

1. Instrumente de bord pentru controlul funcţionării grupului moto-propulsor

2. Instrumente pentru navigaţie (controlul zborului).

3. Instrumente pentru siguranţa zborului.

Din prima categorie a instrumentelor de bord (pentru controlul grupului moto-propulsor) termometrele, manometrele, tahometrele manovacuumetrele, analizoarele de gaze, etc. care se verifică şi în prezent, instrumentele de bord din aviaţie deosebindu-se uneori de cele cunoscute doar din punct de vedere al construcţiei.

Indicaţiile acestor aparate trebuie să fie precise, astfel ca în tot timpul zborului să se poată cunoaşte condiţiile în care funcţionează grupul moto-propulsor şi să se poată int rveni atunci cînd unul din factori îşi schimbă valoarea datorită condiţiilor exterioare.

Un exemplu poate fi faptul că, în timpul zborului, la carburator, unde se face amestecul benzină-aer, se produce fenomenul de jivraj şi dacă se cunoaşte temperatura precisă, există posibilitatea să se comande încălzirea carburatorului şi să se evite astfel producerea gheţii.

Astfel se poate interveni de cîte ori se observă o funcţionare defectuoasă care poate influenţa buna desfăşurare a zborului, în cazul cînd indicaţiile instrumentelor de bord sînt juste.

In grupa a doua a intrumentelor de bord, se găsesc aparatele de navigaţie sau de control al zborului, cu ajutorul cărora se fac toate calculele necesare, astfel ca echipajul să poată cunoaşte în orice moment poziţia avionului faţă de axele de zbor, faţă de sol, faţă de nordul magnetic sau faţă de una sau mai multe staţii de radio-emisie.

Dintre aceste aparate se numără vitezometrele, variometrele, busolele, indicatoarele de viraj, giro-orizont, giro-direcţional, radio-compas, radar, etc.

In categoria a treia se numără instrumentele pentru siguranţa zborului, ele fiind folosite pentru controlul condiţiilor de zbor.

Din această categorie fac parte aparatele care indică cantitatea de benzină din rezervoare, instrumentele pentru măsurarea condiţiilor de zbor, instrumentele pentru indicarea poziţiei frînelor aero-dinamice, a poziţiei trenului de aterizaj, a poziţiei pasului la elice, etc. —

Aceste instrumente indicatoare nu fac parte întotdeauna din grupa aparatelor de măsurat, deci din obiectul urmărit de metrologie.

Condiţiile de exploatare a instrumentelor de bord, pe avioane, depind de o serie de factori ce influenţează în mod considerabil calitatea funcţionării lor. De aceea atît la construcţia cît şi la omologarea şi verificarea instrumentelor de bord este absolut necesar să se ţină cont de condiţiile în care vor funcţiona pe avion.

Una din aceste condiţii, care are o influenţă foarte mare asupra bunei funcţionări a instrumentelor de bord, este marea diferenţă de temperatură ce înconjoară avionul în timpul aceluiaşi zbor. Temperatura aerului care înconjoară aparatele de bord, pe avion, poate varia de la +ro°C la —60°C.

Cum instrumentele de bord se etalonează la temperatura normală de 20°C (uneori 15°C) şi cum o abatere de la această temperatură ar duce la creşterea erorii de indicare, ele sînt construite astfel încît corecţia de temperatură se face automat.

Datorită imperfecţiei izolări faţă de motoarele cu explozie, precum şi datorită tangajului din timpul zborului, instrumentele de bord sînt supuse la trepidaţii şi şocuri care influenţează asupra lor. Defectarea instrumentelor este accentuată atunci cînd instrumentele de bord sau punctele lor de legătură intră în rezonanţă fie cu frecvenţa de bază a vibraţiilor, fie chiar numai cu una din armonicile sale. La verificarea instrumentelor de bord, dar la omologarea lor, trebuie făcute probe pe întreaga gamă, a vibraţiilor la care ele pot fi supuse pe avion. Pentru a micşora influenţa vibraţiilor asupra funcţionării instrumentelor de bord, s-au construit amortizoare pentru fiecare instrument în parte şi pentru întregul tablou pe care se află montate instrumentele.

Un alt factor dăunător aparatelor de măsurat este praful ce se produce la decolare şi la aterizare, inconveni nt ce poate fi înlăturat prin închiderea ermetică a aparatelor; acolo unde se cere o legătură cu atmosfera, aceasta se face prin intermediul unor filtre speciale.

Tot dăunător este şi faptul că zburînd adesea în straturi umede, în interiorul instrumentelor pătrunde umezeală. De asemenea din cauza zborurilor în straturi cu diferenţe importante de temperatură, în interiorul instrumentelor se produc condensaţii. Acest neajuns se înlătură prin menţinerea instalaţiei şi instrumentelor la o ermet citate perfectă. Atunci cînd se observă condensaţii, se scot instrumentele şi se bagă într-o etuvă la temperatura de +60°C timp de cîteva ore şi prin evaporare se elimină apa. Aceasta în special la aparatura giroscopică.

In concluzie, atît la stabilirea probelor ce constituie încercările de stat, cît şi la verificarea instrumentelor de bord de aviaţie, trebuie ţinut cont de toţi aceşti factori şi numai după ce instrumentele au corespuns la toate probele, ele pot fi considerate bune pentru exploatare.

Acțiunea de verificare

Dispozitive pentru verificarea mijloacelor de măsurare a dimensiunilor (mărimilor) liniare *)

B. N. VORONTOV

Multe din metodele de control a mijloacelor de măsurare a dimensiunilor liniare, folosite în prezent, nu corespund cerințelor creșterii producției, producînd uneori greutăți și necesitînd un consum mare de timp. Laboratorul central de măsurări de la uzinele de automobile „Molotov" din Gorki, a procedat la reorganizarea controlului mijloacelor de măsurare în concordanță cu nevoile producției.

In cele ce urmează se descriu unele dispozitive și aparate elaborate și folosite în această uzină.

Verificarea calibrelor — potcoave netede

Controlul calibrelor — potcoave netede, este una din operațiile ce necesită volumul cel mai mare de muncă, atunci cînd producția acestora se face în masă. Perioada de verificare a calibrelor la producție în masă, se alege în funcție de gradul lor de uzură în așa fel încît la verificarea curentă a calibrului — potcoavă trebuie stabilită dimensiunea lui reală iar în fișa tehnică să poată fi trecută data verificării ulterioare, iar în certificat să se poată indica durata de exploatare a potcoavei, pînă la verificarea următoare.

Mijlocul principal folosit la verificarea în exploatare a calibrelor potcoave sînt calele plan-paralele, cu ajutorul cărora dimensiunea reală a calibrului potcoavă se determină „tactil". Această metodă are o serie de neajunsuri principale și anume :

— eroarea în determinarea dimensiunii reale a calibrului potcoavă este proporțională cu mărimea acesteia din urmă ;

— neconcordanța între condițiile de verificare și condițiile de lucru ale calibrului potcoavă ;

— necesitatea posedării de către controlori a unei practici îndelungate ;

— volumul mare de muncă la verificare.

Dacă se exclud erorile cauzate de lipsa de experiență suficientă a controlorului și se consideră că eroarea admisibilă a metodei este de ±0,002 mm (pentru calibrele potcoave pînă la 40 mm), la trecerea dimensiunilor potcoavei peste 50 mm, eroarea de măsurare crește brusc din cauza deformării elastice a potcoavelor.

Volumul de muncă necesar verificării calibrelor potcoave este mare și din cauză că la calele de categoriile (clasele) 5 și 6, folosite de obicei la verificarea calibrelor potcoave, se constată abateri mari între dimensiunile reale și cele nominale, ceea ce complică mult alegerea trusei de cale pentru verificare..

Neconcordanța între condițiile de verificare și condițiile de exploatare a calibrelor potcoave influențează direct calitatea controlului producției.

Determinarea cu ajutorul aceluiași calibru potcoavă a dimensiunilor de la două piese de formă diferită, produce erori de comparare.

Pe piesele cilindrice calibrul potcoavă trece mai liber și dimensiunea lui pare mai mică decît pe piesele cu suprafețele plane. Din această cauză, piesele cilindrice, recepționate în urma controlului cu calibrul potcoavă, se dovedesc în realitate a fi ceva mai pline (diametrul lor este mai mare decît diametrul limită maxim).

Laboratorul central al uzinei a elaborat și aplicat o metodă mai perfecționată de verificare a calibrelor potcoavă, care în esență constă în următoarele :

Pentru verificarea în exploatare a calibrelor potcoavă net de se confecționează trei rondele (role), marcate cu cuvintele „trece", de culoare verde, „nu trece" de culoare roșie și „controlul uzurii" de culoare galbenă. Ele se completează în truse de cîte trei bucăți, montîndu-se în locul de exploatare direct la punctul de control.

Rondeaua (rola) „trece" se confecționează corespunzător cu diametrul limită minim al părții de trecere a calibrului potcoavă și servește pentru controlul celor două părți ale potcoavei. Partea care trece trebuie să treacă liber (fără eforturi) pe rondeaua „trece", iar partea opusă nu trebuie să treacă pe ea. (In caz contrar potcoava este dată la rebut).

Rondeaua „nu trece" se confecționează corespunzător cu dimensiunea limită minimă a părții care „nu trece" a potcoavei și servește pentru controlul acestei părți, care trebuie să treacă liber (fără eforturi) pe rondea.

Rondeaua „controlul uzurii" se confecționează conform uzurii maxime admisibile de la partea

*) Din revista sovietică „Tehnica Măsurătorilor", nr. 1/956.

ce „trece" a potcoavei şi serveşte pentru controlul uzurii acestei părţi. Partea care trece a potcoavei nu trebuie să treacă pe rondeaua „controlul uzurii" (în caz contrar potcoava este dată la rebut).

Astfel fiecare dimensiune a potcoavei este controlată cu ajutorul a două rondele.

La folosirea acestui sistem, controlul uzurii părţii care nu trece nu este asigurat integral, deoarece pentru aceasta nu există o rondea specială. Acest control însă nici nu este absolut necesar deoarece în general partea care nu trece nu se uzează; dacă însă se presupune că vor fi uzaţi înaintea părţii care trece (ceea ce în practică nu se întîmplă niciodată, la folosirea potcoavelor limitative unitaterale), acest lucru nu este prea grav, deoarece uzura părţii care nu trece micşorează cîmpul de toleranţe al piesei, ceea ce nu înrăutăţeşte calitatea producţiei.

Verificarea potcoavelor din exploatare cu ajutorul acestor rondele, este executată de către un muncitor sau de către controlorul de la serviciul de control tehnic. Verificarea potcoavelor la punctul de verificare şi control al inspecţiei de calibre are loc numai la eliberarea potcoavelor noi sau după uzura complectă a celor existente, pentru confirmarea rebutului. Verificarea uzurii rondelelor se execută la locul de muncă, de către controlorul de la inspecţia de calibre, la termenele prevăzute în grafic.

Prin aplicarea noii metode de verificare a calibrelor potcoave se obţin o serie de avantaje şi anume:

— este înlăturată necesitatea scoaterii potcoavelor de pe linie şi a verificărilor periodice la punctul de verificare şi control;

— sînt excluse cazurile de folosire a potcoavelor uzate sau deteriorate, al căror termen de verificare nu a expirat;

— se exclud cazurile modificării intenţionate a dimensiunilor potcoavei în vederea camuflării rebutului;

— se asimilează obişnuinţa de folosire corectă a potcoavelor la controlul producţiei, avînd în vedere că potcoava este controlată chiar de muncitor sau de un controlor cu ajutorul rondelelor menţionate;

— apare posibilitatea controlării în orice moment a calităţii potcoavei şi sporeşte durata de serviciu a calelor, a căror uzură se produce în special la verificarea potcoavelor.

Cîteva garnituri de rondele au fost confecţionate şi păstrate la locul de muncă, în vederea controlului potcoavelor cu toleranţe mici (sub 10 microni) de confecţionare şi de uzură. Rezultatele exploatării lor au arătat raţionalitatea aplicării noii metode la toate operaţiile de control unde se folosesc potcoavele. Rondelele cromate pot servi fără reparaţii timp de 1,5... 2 ani.

Neajunsul metodei constă în necesitatea confecţionării unui număr mare de rondele (cîte trei bucăţi pe fiecare potcoavă), însă investiţiile respective sînt amortizate rapid, datorită avantajelor economice pe care le prezintă noua metodă.

Verificarea razelor peste 100 mm

Verificarea şabloanelor cu raza de curbură a suprafeţei de lucru de la 100 la 1000...1500 mm apare adesea ca o operaţie necesară la sculării şi ea comportă consum mare de timp. Precizia verificării în general nu depăşete $\pm 0{,}1$.

Pentru verificarea razelor mai mari de 700 mm, laboratorul uzinei a folosit un dispozitiv simplu, a cărui confecţionare este la îndemîna oricărei întreprinderi de construcţii de maşini.

El este format dintr-un colţar de fontă de 90°, a cărui latură lungă este perpendiculară pe suprafaţa plăcii de control, pe care el se aşază. Pe această parte a colţarului, sînt prevăzute găuri în care se introduce prizonul pe care se montează o rigla oscilantă, găuri distanţe la cîte 50 mm pe verticală. Rigla oscilantă prevăzută şi ea cu o serie de găuri la cîte 50 mm una de cealaltă, de acelaşi diametru, se suspendă cu ajutorul prizonului (rolei) pe suprafaţa verticală a suportului. De partea de jos a riglei se prinde şablonul de rază de controlat fixarea fiind făcută la o astfel de distanţă de axa prizonului, încît suprafaţa curbei şablonului să fie la o distanţă egală cu aproximativ raza şablonului respectiv, măsurată faţă de axa de oscilaţie a riglei.

Aranjarea precisă a suprafeţei curbe a şablonului se face cu ajutorul unui comparator cu pîrghii, montat pe un trasator gradat. Prin punerea în oscilaţie a riglei în planul suportului se găseşte poziţia şablonului în care palpatorul comparatorului, aflat în contact cu suprafaţa curbă a şablonului, să rămînă în poziţia zero, oricare ar fi poziţia riglei. După aceasta se măsoară distanţa de la suprafaţa curbei şablonului pînă la axa prizonului (rolei), această distanţă constituind raza căutată a şablonului respectiv.

Verificarea comparatoarelor de interior

Pentru accelerarea operaţiilor de verificare a erorilor indicaţiilor comparatoarelor de interior, la uzină se folosesc două tipuri de dispozitive.

Cu ajutorul acestor dispozitive, volumul de muncă necesar controlului acestor aparate se micşorează de cîteva ori.

Operaţia verificării comparatoarelor de interior cu ajutorul dispozitivelor a căror confecţionare este accesibilă pentru oricare din întreprinderile de maşini, este foarte simplă şi nu comportă nici o explicaţie. Prin această metodă nu se controlează erorile de indicaţie ale comparatoarelor ci numai erorile raportului lor de transmisie.

Verificarea măsurilor de reglare pentru micrometre prevăzute cu adaosuri pentru filet

Procedeul cel mai simplu, rapid și în același timp suficient de precis de verificare a măsurilor de reglare pentru micrometrele pentru măsurarea diametrului mediu al filetului este cel de verificare a lor la mașina de măsurat lungimi terminale IZV-10.

In acest scop trebuie să se confecționeze o pereche de ajutaje.

Aceste ajutaje se montează pe arborii tubului optimetrului și al pinolei. Folosindu-se șuruburile de reglare, pinolele de centrează astfel încît găurile cu diametrul de 3,5 mm să fie coaxiale. Pentru controlul coaxialității ajutajelor se confecționează un dorn cilindric cu diametrul de 3,5 mm, de 35 mm lungime, care trebuie să intre în cele două găuri ale ajutajelor.

După ce s-a controlat coaxialitatea ajutajelor, în găurile lor se introduce o pereche de adaosuri din trusa micrometrului, unul conic și altul prizmatic, corespunzător pasului maxim al filetului. Apoi, păpușa din stînga a mașinii se așază la zero, iar cea din dreapta se apropie pînă ce adaosurile conic și prizmatic se ating. Scara optimetrului este adusă la zero, folosindu-se șurubul micrometric și păpușa din dreapta este așezată, urmărindu-se indicațiile microscopului, la gradația cea mai apropiată a scării milimetrice, notîndu-se poziția „de zero" obținută pentru microscop și pentru optimetru.

Se măsoară lungimea măsurii de reglaj așezate între adosurile ajutajelor și se obține astfel mărimea reală a măsurii de reglaj (ținîndu-se seama de mărimea folosită la „punerea la zero").

Se recomandă ca adaosurile folosite în acest scop să fie alese astfel încît eroarea de unghi și excentricitatea lor să fie cît mai mică.

Verificarea examinatorului

Laboratorul uzinei a adoptat un procedeu de determinare a erorii totale a examinatorului cu ajutorul unei rigle de sinusuri, procedeu ce constă în următoarele :

Examinatorul este așezat pe placa de control, astfel încît șurubul său micrometric să ocupe poziția mijlocie, care să permită modificarea unghiului de înclinare în ambele sensuri față de orizontală. Tamburul șurubului micrometric se pune la zero.

Suprafața de lucru a examinatorului este așezată paralel cu suprafața plăcii folosindu-se în acest scop cele trei picioare cu șuruburi de nivelare (călare), paralelismul fiind controlat cu un măsurător sensibil, cu pîrghii, montat pe o riglă cu vernier.

Ca aparat de măsurat se poate folosi comparatorul sensibil cu pîrghii, minimetrul sau microcatorul cu valoarea diviziunii 0,002 ... 0,005 microni.

Pe suprafața de lucru a examinatorului se așează o riglă de sinusuri de 100...200 mm lungime, avînd suprafața de lucru de asemenea paralelă cu suprafaț plăcii.

Inclinarea necesară a riglei de sinusuri se realizează cu ajutorul a două cale plan-paralele, de categoria (clasa) a patra, a căror diferență de grosime se calculează cu formula

$$h_1 - h_2 = 1 \sin \alpha.$$

în care :

h_1, h_2 = dimensiunile calelor.
1 = distanța între axele rolelor riglei de sinusuri.
α = unghiul de înclinare a riglei de sinusuri.

Dacă se aleg diferite valori pentru unghiul α și se calculează diferența de grosime a calelor așezate sub rolele riglei de sinusuri, se poate întocmi o tabelă pentru verificarea erorii totale a examinatorului pe întreaga limită de măsurare (pe întreaga lungime a șurubului micrometric).

Fixîndu-se înclinarea necesară a riglei de sinusuri de un anumit unghi, cu ajutorul șurubului micrometric al examinatorului se nivelează suprafața riglei de sinusuri, în vechea poziție (dinainte de introducerea sub role a calelor) paralel cu placa, controlată cu un comparator sensibil cu pîrghii și se confruntă indicațiile de pe tamburul șurubului micrometric al examinatorului. Aceste indicații trebuie să corespundă cu unghiul de înclinare a riglei de sinusuri.

Diferența între valoarea unghiului pe care îl are rigla de sinusuri și citirile de pe tamburul șurubului micrometric al examinatorului reprezintă eroarea examinatorului controlat :

$$\sigma = \alpha - n^\circ$$

în care :

σ = eroarea examinatorului
α = unghiul de înclinare a riglei de sinusuri, în grade
n = citirea obținută la tamburul șurubului micrometric al examinatorului, grade.

Controlul filetului cu ajutorul calibrelor potcoavă

La controlarea pieselor filetate exterior, se folosesc de obicei două calibre-inele filetate, „trece" și „nu trece", care se înșurubează succesiv pe șurubul examinat. Această operație necesită consum mare de timp, iar la verificarea diametrelor mai mari de 50 mm necesită și eforturi fizice.

Pentru a micșora volumul de muncă necesar la controlul filetului șuruburilor și pentru a micșora în același timp munca controlorilor, laboratorul central al uzinei aplică cu succes în tehnologia controlului filetului exterior, calibre potcoavă filetate.

Productivitatea controlului șuruburilor cu ajutorul potcoavei de filetat cu comparator este de 6...10 ori mai mare decît cea realizată cu inelele filetate.

In afară de calibrele potcoavă cu comparator folosite la controlul filetului, în uzină se introduce și potcoava de filet cu role.

Organizarea supravegherii interne a mijloacelor de măsurare

Pe baza ordinului nr. 203/31 august 1956 al Direcției Generale de Metrologie s-au aprobat instrucțiunile S. I. nr. 1—56 pentru „Organizarea supravegherii interne a mijloacelor de măsurare în instituții și întreprinderi, care intră în vigoare pe data de 1 septembrie 1956 și sînt obligatorii pentru ministere, sfaturi populare și toate celelalte organe centrale, precum și pentru instituțiile de stat, întreprinderile, organizațiile economice cooperatiste și obștești".

In vederea unei largi popularizări a acestor instrucțiuni care au o deosebită însemnătate pentru buna desfășurare a activității metrologice în diferitele unități economice și social-culturale, revista „Metrologia Aplicată a considerat folositoare publicarea lor în paginile sale.

INSTRUCȚIUNI S. I. nr. 1—56

pentru organizarea supravegherii interne a mijloacelor de măsurare în instituții și întreprinderi

1. Generalități

1.1. In baza dispozițiilor articolului nr. 30 din Decretul nr. 21/1954 și articolului 7 din Regulamentul privind organizarea supravegherii măsurilor și aparatelor de măsurare aprobat prin H.C.M. Nr. 498/53, se stabilesc prezentele instrucțiuni, privind organizarea supravegherii interne a mijloacelor de măsurare în instituții și înteprinderi.

1.2. Toate mijloacele de măsurare întrebuințate în instituții și întreprinderi trebuie să satisfacă instrucțiunile Direcției Generale de Metrologie.

1.3. Mijloacele de măsurare aflate în instituții și întreprinderi se împart în trei categorii:

— mijloacele de măsurare de lucru care servesc în exploatările instituțiilor și întreprinderilor la supravegherea bunei funcționări a instalațiilor și la buna efectuare a proceselor tehnologice;

— mijloacele de măsurare model, de lucru, care servesc numai la verificarea mijloacelor de măsurare de lucru al instituțiilor și întreprinderilor;

— miloacele de măsurare-model, de bază din instituții și întreprinderi și care servesc la compararea mijloacelor de măsurare modele de lucru.

1.4. Toate mijloacele de măsurare cuprinse în nomenclatorul D.G.M. sînt supuse obligatoriu verificării de stat, care se efectuează de organele Direcției Generale de Metrologie.

1.5. In afară de verificările de stat, mijloacele de măsurare aflate în instituții și întreprinderi, sînt supuse olbigatoriu verificărilor interne care se execută periodic de organele proprii ale instituțiilor și întreprinderilor.

1.6. Fiecare instituție sau întreprindere este obligată a stabili în funcție de volumul lucrărilor de control și verificare a mijloacelor de măsurare ce posedă, forma de organizare cea mai justă și rentabilă de supraveghere internă a acestora. In acest scop va întocmi o schemă de verificare.

2. Schema de verificare

2.1. Schema de verificare constituie un document care stabilește felul și numărul mijloacelor de măsurare de lucru, precum și a mijloa-

celor de măsurare model, necesare instituției sau întreprinderii.

De asemenea, în această schemă se stabilește perioada și locul unde se face verificarea internă și de stat.

2.2. Ordinea operațiilor pentru alcătuirea schemei de verificare este următoarea :

2.2.1. Se alcătuiește mai întîi o tabelă a mijloacelor de măsurare necesare, precum și a celor existente la locurile de măsurare stabilite de conducerea tehnică a instituției sau întreprinderii, care precizează și caracteristicile mijloacelor de măsurare respective (vezi anexa nr. 1).

2.2.2. In această tabelă se trece mai întîi locul de măsurare, după care urmează denumirea aparatului, scopul pentru care este necesar și pentru fiecare caracteristicile (corespunzătoare locului de măsurare) precizia, limita de măsurare și principiul de funcționare.

2.3. Pe baza caracteristicilor și a timpului de folosire a mijlocelor de măsurare și al stării acestuia, se stabilește perioada de verificare internă.

Observații : In cazul cînd la un singur loc de utilizare (de exemplu sculărie) sînt necesare mai multe mijloace de măsurare, cu aceleași caracteristici și cu aceeași perioadă de verificare, în coloana observații se va trece global, separat numărul necesar și separat cel existent.

2.4. Tabela mijloacelor de măsurare va cuprinde toate coloanele prevăzute în anexa nr. 1. Coloanele vor trebui să fie completate, avîndu-se ca orientare exemplele date.

2.5. După întocmirea acestei tabele se examinează concordanța între caracteristicile locurilor de măsurare și acele ale mijloacelor de măsurare existente.

Acolo unde se constată nepotriviri, se procedează la redistribuirea mijloacelor de măsurare la locurile corespunzătoare, ținîndu-se cont și de mijloacele de măsurare existente în magazii și făcîndu-se corectările respective în tabelă.

2.6. Rezerva și disponibilul de mijloace de măsurare rezultate în urma acestor operațiuni se notează la sfîrșit în tabela din anexa nr. 1 completîndu-se toate datele.

2.7. Pe baza acestor date, rezultate din tabela de mai sus sau din altă formă de evidență corespunzătoare, se întocmește *schema de verificare a mijloacelor de măsurare* care va curpinde toate coloanele prevăzute în tabela din anexa nr. 2, în care se dă și un exemplu de felul cum trebuie completată. Astfel :

— se procedează la gruparea numerică pe domenii de măsurări și felul de mijloace de măsurare constatate ca necesare la locul de măsurare, specificînd totodată și numărul celor existente ;

— grupele se ordonează în raport cu precizia, limita de măsurare și perioada de verificare stabilită în tabelă ;

— se calculează numărul total de operații de verificare. Ținîndu-se cont de schemele de transmiterea unităților se stabilește felul și numărul de aparate model de lucru necesare pentru executarea acestor verificări ;

— față de necesarul stabilit pentru mijloacele de măsurare model și de lucru se apreciază necesarul mijloacelor model de bază ;

— în schemă se vor trece și datele privind locul unde urmează să se execute verificarea internă și cea de stat petru fiecare grupă de mijloace de măsurare, stabilite după criteriile de mai sus.

2.8. Tabela mijloacelor de măsurare și schema de verificare precum și fișele de evidență a mijloacelor de măsurare servesc la :

a) stabilirea și justificarea necesarului de personal metrologic pentru supravegherea internă a mijloacelor de măsurare ;

b) stabilirea și justificarea necesarului, în instituții sau întreprinderi, de laboratoare sau puncte de control și verificări metrologice precum și de ateliere pentru reparația mijloacelor de măsurare ;

c) întocmirea planului anual de întreținere și reparații, de verificări interne și de stat, de aprovizionare cu mijloace de măsurare, și de cheltuieli privitoare la taxele de verificare etc. ;

d) întocmirea declarației anuale asupra mijloacelor de măsurare ce urmează a fi supuse verificării de stat ;

e) punerea în evidență și comunicarea către forul tutelar a mijloacelor de măsurare disponibile.

2.9. Tabela mijloacelor de măsurare și schema de verificare se vor revizui în funcție de modificările survenite în structura instituției sau întreprinderii, punîndu-se necontenit la curent cu toate datele privind necesarul și existentul mijloacelor de măsurare.

Acolo unde tabela mijloacelor de măsurare și schema de verificare lipsesc se vor întocmi cel mult trei luni de la apariția acestor instrucțiuni.

2.10. Anual, pe baza datelor rezultate din tabela mijloacelor de măsurare, a schemei de verificare și a fișelor de evidență a mijloacelor de măsurare, se elaborează un „*Plan de acțiune*" în care trebuie să fie prevăzute calendaristic acțiunile ce trebuiesc întreprinse.

Intre aceste acțiuni trebuie să figureze :

a) planificarea verificării interne și de stat a mijloacelor de măsurare de lucru la termenele ce se stabilesc (conform tabelei anexă nr. 3) ;

b) planificarea comparării mijloacelor de măsurat model ;

c) măsuri privind mijloacele de măsurare necorespunzătoare;

d) introducerea de metode de măsurare mai adecvate şi urmărirea executării corecte a măsurilor în procesul tehnologic;

e) demersuri pentru achiziţionarea mijloacelor de măsurare care lipsesc;

f) alcătuirea de norme interne şi revizuirea la întreprinderi sau instituţii pentru verificarea, folosirea şi întreţinerea mijloacelor de măsurare, punerea lor în concordanţă cu standardele în vigoare şi cu instrucţiunile Direcţiei Generale de Metrologie şi ale organelor tutelare şi de conducere a instituţiei sau întreprinderii;

g) amenajarea încăperilor necesare pentru laboratoare şi ateliere de reparat;

h) organizarea instructajului metrologic;

i) pregătirea cadrelor metrologice;

j) alte măsuri tehnico-organizatorice.

Pentru fiecare din punctele arătate în planul de acţiune se indică şi persoanele responsabile pentru executarea lor.

2.11. Cîte un exemplar din schemele de verificare ale instituţiei sau întreprinderii aprobate de conducerea respectivă, se trimit ministerului sau forului tutelar şi organului local al Direcţiei Generale de Metrologie.

Modificările în schemă se comunică forului tutelar de metrologie în termen de una lună de la efectuarea revizuirii.

3. Organele de supraveghere internă a mijloacelor de măsurare

3.1. In raport de forma şi sarcinile supravegherii metrologice, rezultate din schema de verificare, conducătorul instituţiei sau întreprinderii numeşte un metrolog, în cazul cînd pentru această muncă este necesară o singură persoană, sau metrolog şef în cazul cînd pentru această muncă sînt necesare şi alte persoane sau organe.

Metrologul, respectiv metrologul şef este subordonat direct conducătorului instituţiei sau întreprinderii respective.

3.1.1. Metrologul şef, respectiv metrologul răspunde în instituţie sau întreprinderea respectivă de:

— respectarea unităţilor de măsură: legale în instituţii sau întreprindere;

— exactitatea mijloacelor de măsurare, de buna lor stare şi urmăreşte folosirea lor corectă;

— întocmirea şi revizuirea schemelor de verificare şi luarea de măsuri pentru respectarea regulamentului privind organizarea supravegherii mijloacelor de măsurare în instituţii şi întreprinderi aprobat prin H.C.M. nr. 498/1953;

— aplicarea tuturor regulilor şi instrucţiunilor Direcţiei Generale de Metrologie, precum şi a regulamentelor interioare şi a directivelor organelor tutelare;

— controlul activităţii organelor care supraveghează starea sau efectuiază verificarea mijloacelor de măsurare;

— identificarea cauzelor provocatoare de rebuturi care rezultă din defecte ale aparatelor, greşita utilizare a lor, lipsa acestora etc. luînd măsuri de înlăturare a lor;

— stabilirea necesarului de mijloace de măsurare şi urmărirea procurării acestora;

— luarea de măsuri pentru întreţinerea şi repararea mijloacelor de măsurare;

— ţinerea la zi a evidenţei mijloacelor de măsurare;

— popularizarea documentaţiei metrologice şi controlul alegerii juste a metodelor şi mijloacelor de măsurare în procesul de producţie;

— recepţionarea corectă din punct de vedere metrologic a mijloacelor de măsurare sosite în instituţii sau întreprinderi (noi sau reparate);

— ridicarea calificării cadrelor de supraveghere internă;

— executarea verificării interne a mijloacelor de măsurare din instituţia sau întreprinderea respectivă şi prezentarea acestora la verificarea de stat la termenele programate.

3.1.2. Ministerele, instituţiile şi celelalte organe centrale pot stabili pe bază de decizii — în funcţie de specificul lor şi alte sarcini metrologice pe lîngă cele prevăzute mai sus pentru metrologii şefi, respectiv metrologii din întreprinderile tutelate. Aceste sarcini se vor fixa cu avizul Direcţiei Generale de Metrologie.

3.1.3. Metrologii şefi ai ministerelor, sfaturilor populare şi ai celorlalte organe centrale, precum şi ai întreprinderilor, vor fi ingineri fizicieni sau chimişti cu experienţa corespunzătoare în munca de metrologie. Metrologii pot fi numiţi şi dintre tehnicienii cu experienţă în munca de metrologie.

3.1.4. Numele şi calificarea metrologilor şefi din ministere, sfaturi populare şi celelalte organe centrale se vor comunica Direcţiei Generale de Metrologie, iar al metrologilor şefi, respectiv al metrologilor din întreprinderi — organelor locale ale Direcţiei Generale de Metrologie.

Organele pentru efectuarea verificării şi controlului intern a mijloacelor de măsurare

3.2. Organele pentru efectuarea verificării şi controlului intern al mijloacelor de măsurat, sînt:

a) laboratoarele de verificări;

b) punctele de control şi verificare;

3.2.1. Instituţiile şi întreprinderile care au un număr de mijloace de măsurare a căror verificări şi control pe domenii distincte nece-

sită mai mult decît două persoane, vor organiza laboratoare pentru aceste domenii. Aceste laboratoare şi termenele de organizare a lor vor fi propuse de organul tutelar şi avizare de D.G.M.

In afară de *laboratoarele* de mai sus, conducerea instituţiei sau întreprinderii poate înfiinţa la locurile aglomerate cu mijloace de măsurare sau la unităţile îndepărtate de laborator, *puncte de control* şi verificare pentru mijloace de măsurare. Cînd laboratorul există, punctele de control sînt subordonate acestuia.

3.3. In cazul cînd într-o întreprindere nu pot fi înfiinţate laboratoare de verificări sau puncte de control şi verificări, verificările interne se pot efectua la laboratorul de verificări sau la punctul ce control şi verificare a unei alte întreprinderi apropiate, stabilită printr-o decizie a ministrului tutelar respectiv.

3.4. Cînd la mai multe întreprinderi apropiate, depinzînd de acelaşi organ tutelar nu se pot înfiinţa laboratoare de verificări, ministerele vor înfiinţa laboratoare de bază pentru verificările mijloacelor de măsurare ale acestora.

Laboratoarele de bază au sarcinile ce revin laboratorului de verificări pentru întregul grup de întreprinderi pe care le deservesc. Ele sînt subordonate direct ministerului sau unei întreprinderi mari tutelate fixate de acesta. De asemenea, ele vor executa şi comparările interne ale aparatelor modele subordonate, măsurări de precizie şi studii pentru introducerea de noi metode sau aparate de măsurare.

Relaţiile dintre laboratoarele de bază şi întreprinderile deservite se reglementează prin decizia ministerului de resort.

Observaţii: Listele nominale ale întreprinderilor pentru care este obligatorie înfiinţarea laboratoarelor de verificări, se stabilesc de ministerele tutelare, de comun acord cu Direcţia Generală de Metrologie.

3.5. Laboratoarele de verificări sînt subordonate organic metrologului şef al ministerului, sfatului popular sau organului central respectiv dacă sînt laboratoare de bază şi metrologului şef al instituţiei sau întreprinderii respective, dacă aparţin acestora.

Punctele de control şi verificare sînt subordonate direct şefului de laborator de verificări sau în cazul cînd lipsesc laboratoare de verificări — metrologului şef.

Numărul şi repartiţia punctelor de control şi verificare se stabilesc de regulamentul intern al întreprinderii.

3.6. Laboratorul de verificări are următoarele sarcini:

a) execută verificările interne, în conformitate cu dispoziţiile legale în vigoare, a tuturor mijloacelor de măsurare, controlul stării mijloacelor de măsurare care se găsesc în laboratorul de verificare şi la punctele de control şi verificare, reglarea aparatelor şi dispozitive de reglare.

b) se îngrijeşte de buna păstrare a mijloacelor de măsurare ale întreprinderii şi de prezentarea acestora la verificarea de stat la termenele stabilite în schema de verificare

c) controlează calitatea reparaţiilor şi face verificarea tuturor mijloacelor de măsurare după reparaţii, înainte de prezentarea lor la verificarea de stat obligatorie;

d) dirijează lucrul de la punctele de control şi verificări, controlează activitatea metrologică a acestora şi face instructajul lucrătorilor respectivi;

e) revizuieşte planul calendaristic al verificărilor interne, alcătuite de punctele de control şi verificare;

f) verifică periodic mijloacele de măsurare, care nu pot fi verificate de punctele de control şi verificare;

g) elaborează introducerea unui sistem corespunzător de certificare a verificărilor interne a mijloacelor de măsurare;

h) se preocupă de introducerea în instituţie sau întreprindere de norme interne pentru justa folosire la locul de muncă şi buna întreţinere a mijloacelor de măsurare;

i) se îngrijeşte de scoaterea din exploatare a mijloacelor de măsurare uzate, neexacte precum şi a celor bazate pe alt sistem decît cel metric;

j) supraveghează exploatarea corectă a mijloacelor de măsurare şi buna lor păstrare în magazie, face instructajul lucrătorilor şi controlorilor pentru folosirea corectă a mijloacelor de măsurare;

k) organizează controlul mijloacelor de măsurare de la magaziile de repartizare în ceea ce priveşte exactitatea lor;

l) execută alte sarcini legate de munca de metrologie trasate de metrologul şef.

3.7. Punctele de control şi verificare au următoarele sarcini:

a) verificarea la termenele fixate şi aprobate de şeful laboratorului de verificări respectiv de metrologul şef a tuturor mijloacelor de măsurare care se întrebuinţează în secţia deservită;

b) elaborează schema de verificări a punctului de control şi verificare şi planul calendaristic al verificărilor interne.

3.8. In cazul cînd în întreprindere nu există laborator de verificări punctul de control şi verificare va executa şi restul de sarcini ce revin unui laborator în limita tehnicităţii sale. Dacă nu există puncte de verificare şi control, metrologul întreprinderii execută singur aceste sarcini şi ia măsuri pentru executarea celor ce depăşesc tehnicitatea sa.

3.9. Pe lîngă laboratoarele de verificări sau punctele de control şi verificare se pot înfiinţa *ateliere de reparat*, mijloace de măsurare înzestrate cu utilajul necesar.

3.10. Aprobarea prealabilă a D.G.M. pentru funcţionarea atelierelor de reparat, a laboratoarelor de verificări şi în lipsa acestora a punctelor de verificare, este obligatorii.

3.11. Personalul organelor de control pentru mijloacele de măsurare trebuie să aibă următoarele calificări:

a) şeful laboratorului de verificări şi conducătorii sectoarelor distincte de lucru din laborator, trebuie să fie ingineri, fizicieni sau chimişti cu experienţă în domeniul tehnicii măsurătorilor;

b) şeful punctului de control şi verificare trebuie să fie inginer, fizician chimist sau tehnician cu experienţă în tehnica măsurărilor;

c) personalul principal de specialitate al laboratorului de verificări trebuie să fie compus din ingineri, fizicieni, chimişti, sau tehnicieni cu experienţă în practica folosirii mijloacelor de măsurare;

d) mecanicul sau electricianul însărcinat cu reglarea aparatelor trebuie să fie un tehnician cu experienţă în domeniul de verificare şi reglare a aparatelor de măsurare;

e) laboranţii laboratorului de verificări şi controlorii punctului de verificare şi control, trebuie să aibă o pregătire generală echivalentă cu o şcoală tehnică sau cursuri speciale;

Observaţie: Schema personalului laboratoarelor de verificare şi punctelor de control şi verificare se aprobă pentru fiecare întreprindere în parte în conformitate cu dispoziţiile ministerului sau ale direcţiei tehnice respective.

3.12. In orice instituţie centrală trebuie să existe un regulament interior care să stabilească modalităţile supravegherii interne a mijloacelor de măsurare în întreprinderile tutelate. Regulamentul va fi avizat de către D.G.M.

3.13. In orice întreprindere trebuie să existe un regulament bazat pe prezentele reguli, aprobat de directorul sau de conducătorul tehnic al inst tuţiei sau întreprinderii respective şi avizat de organul metrologic superior al forului tutelar.

In regulament trebuie să fie prevăzută legătura organului metrologic şi celelalte secţii ale întreprinderii (tehnologică, controlul calităţii, electrică, termotehnică, de construcţie, sculărie, stc.)

4. Condiţiunile cerute încăperilor laboratoarelor de verificări şi punctelor de control şi verificări

4.1. Pentru laboratoarele de verificări ale mijloacelor de măsurare trebuie să se aleagă încăperi separate corespunzătoare, iar pentru punctele de control şi verificări să se aleagă un spaţiu suficient pentru aşezarea utilajului de verificare.

4.2. Incăperile laboratorului de verificări trebuie să fie uscate, luminoase, curate, ferite de zgomot şi aşezate astfel să nu fie camere de trecere; de asemenea, să fie astfel situate încît vibraţiile provocate de maşinile în funcţiune sau de trecerea vehiculelor, să nu influenţeze asupra justeţei indicaţiilor aparatelor.

Atît încăperile laboratorului de verificări cît şi ale punctelor de control şi verificări, trebuie să fie izolate de laboratorul de chimie, de secţiile de şlefuire şi alte puncte care pot fi surse de gaze corosive, praf de materii abrazive în suspensie etc., precum şi de cîmpuri magnetice şi electrice intense care ar putea influenţa asupra indicaţiilor unora din aparatele de măsurare.

4.3. In încăperile laboratorului de verificări sau punctului de control şi verificări trebuie să fie întreţinută temperatura normală de 20°C cu abaterile admisibile în conformitate cu STAS 1023—50 (în funcţie de măsurările ce se efectuiază).

In laboratoarele de verificări, în care — prin caracterul măsurărilor efectuate — abaterile de la temperatura normală nu trebuie să depăşească ± 1°C, este necesară amenajarea instalaţiilor pentru reglarea şi menţinerea acestei temperaturi.

4.4. Umiditatea relativă a aerului în laboratorul de verificări nu trebuie să depăşească 60%.

Prin încăperile laboratorului de verificare nu trebuie să treacă conducte principale de abur, apă, canalizare şi gaze.

4.5. Incăperea laboratorului în care au acces persoane străine şi în care se efectuiază primirea mijloacelor de măsurat şi pregătirea lor pentru verificare, trebuie să fie izolată de încăperile în care se efectuează verificările.

4.6. Mijloacele de măsurare ale laboratoarelor sau ale punctelor de control şi verificări trebuie să fie ferite de sursele dăunătoare de încălzire sau răcire.

5. Păstrarea mijloacelor de măsurare

5.1. Mijloacele de măsurare model portative, trebuie să se păstreze într-o încăpere a laboratorului, în dulapuri închise în condiţii care să împiedice deteriorarea sau schimbarea lor.

Buletinul de comparaţie emis de organele Direcţiei Generale de Metrologie pentru mijloacele de măsurare model se păstrează împreună cu acestea.

5.2. Metrologul şef al întreprinderii este obligat să facă cel puţin odată pe lună verificarea stării în care se găsesc mijloacele de măsurare model ale întreprinderii.

Pentru mijloacele de măsurare model de bază se vor introduce fişe speciale în care se vor nota fiecare caz de întrebuinţare.

5.3. Păstrarea mijloacelor de măsurare model trebuie să fie astfel organizată încît să fie exclusă posibilitatea degradării lor. Temperatura încăperii în care se păstrează mijloacele de măsurat model nu trebuie să fie supusă la variaţii bruşce.

Nu se admite păstrarea la un loc a mijloacelor de măsurare model şi a abrazivelor.

5.4. Mijloacele de măsurare din metal care se găsesc în păstrarea laboratoarelor de verificări la punctele de control şi verificări şi la magazii trebuie să fie conservate corespunzător fără a se cauza vreo defectare sau dereglare.

Mijloacele de măsurare din metal, verificate la punctele de verificări şi control şi găsite utilizabile pentru exploatare se parafinează sau se ung cu o unsoare anticorosivă înainte de aşezarea lor pe stelaje.

Observaţii: Dispoziţiile amănunţite pentru păstrarea mijloacelor de măsurare compoziţia unsorilor şi condiţiile tehnice, precum şi ce părţi din mijloacele de măsurare nu trebuiesc unse, trebuie să fie prevăzute clar în instrucţiunile respective.

5.5. Verificarea de stat şi cea internă a oricărui mijloc de măsurare se consemnează şi în *fişa* mijlocului de măsurare respectiv.

In aceste fişe se trec şi reparaţiile la care a fost supus mijlocul de măsurare.

Formularele (fişele) se stabilesc prin instrucţiuni date de ministerul tutelar respectiv. Ele trebuie să conţină în mod obligatoriu cel puţin următoarele:

a) denumirea şi caracteristicile mijlocului de măsurare, clasa de precizie, limitele de măsurare, principiul de funcţionare etc.;

b) numărul de ordine, numărul din inventar (pentru identificare), locul şi destinaţia lui, data punerii în funcţiune (achiziţionării), rubrici pentru trecerea datelor de executare a verificărilor de stat şi interne cu rezultatele obţinute, precum şi rubrici pentru trecerea datelor recondiţionării la care a fost supus şi rubrici de mutaţie.

5.6. Certificarea în fişe a verificării aparatului se face de şeful laboratorului de verificări sau de şeful punctului de control şi verificare cît şi de persoane care efectuează verificarea lui.

Fişele se păstrează în laboratorul respectiv sau la punctul de control şi verificări sau în lipsa acestora de către metrologul şef al întreprinderii.

6. Controlul aplicării acestor reguli

6.1. Controlul aplicării prezentelor reguli revine departamentelor tutelare şi Direcţiei Generale de Metrologie.

6.2. In legătură cu supravegherea internă a mijloacelor de măsurare în întreprinderi, Direcţia verificări măsuri şi aparate de măsurat are următoarele sarcini:

a) dă indicaţii personalului întreprinderilor la elaborarea schemelor de verificări şi la rezolvarea problemelor privitoare la controlul şi întrebuinţarea mijloacelor de măsurat;

b) controlează şi îndrumează folosirea corectă a mijloacelor de măsurare în întreprinderi;

c) controlează respectarea schemelor de verificare a întreprinderilor şi executarea planului lor de acţiune;

d) cercetează starea în care se găsesc mijloacele de măsurare şi organizarea controlului lor şi ia măsurile în consecinţă în legătură cu aceste probleme;

e) controlează prezentarea la timp la verificarea de stat a aparatelor de măsurare model şi de lucru şi efectuiază verificări inopinate şi asupra controlului mijloacelor de măsurare verificate de întreprinderi;

f) cere sancţionarea în conformitate cu dispoziţiile legale în vigoare a acelora care s-au făcut vinovaţi de încălcarea prezentelor instrucţiuni.

DIRECTOR GENERAL
(ss) N. ILIOIU

Anexa nr. 1

TABELA MIJLOACELOR DE MĂSURAT

Nr. crt.	Locul şi scopul pt. care se foloseşte	Denumirea mijloacelor de măsurat (după nomenclator)	Necesar		Existent		Caracteristici (principiu de funcţ.)	Timp de folosire	Starea mijl. de măs. existente	Perioada de verificare internă	Nr. fişei de evidenţă
			Precizia	Limita	Precizia	Limita					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	*Alimentarea cu apă Tîrnava.* Pompa nr. 2 presiunea apei	Manometru	2,5	0...3	2,5	0...30	Element elastic	permanent	In expl. de 4 ani	6 luni	456
5	Pompa nr. 3 presiunea apei	Manometru	2,5	0...3	2,5	0...5	Element elastic	permanent	--	6 luni	458
10	Casa de pompare. Filtru apă brută cantitatea	Debitmetru	2%	0..250	2%	0..300	1600 mm col. apă	permanent	reparat de 2 ori	3 luni	424
	Degazor Conducte de apă presiunea apei.	Manometru	2,5	0...20	1,5	0...20	Element elastic	permanent	reparat anul trecut	,,	491
	Pompa de alimentare. Presiunea apei.	Manometru	2,5	0...5	—	—	Element elastic	permanent	,,	,,	—
	Sala cazane Cazan nr. 1 temp. aburului supra înc.	Termometru	1°C	1...450°C	1°C	0.450°C	gaz	permanent	,,	,,	550
	Cazan nr. 7 temp. apei după economizor	Termometru	1°C	0..300°C	—	—	gaz	permanent	,,	,,	
120	*Sala turbogeneratoare.* Turbina nr. 1. Presiunea uleiului la lagăre.	Manometru	1,5	0...2	—	—	Element elastic	permanent	,,	3 luni	—
139	Conţinut săruri apă condensată	Salinometru	1	0..130 mg/1	—	—	—	—	,,	,,	—
140	Cantitatea de abur intrată în turbină	Debitmetru	2%	0..50 t/1	2%	0..20 t/1	Diferenţe	permanent	,,	,,	730
620	*Lab. chimic.* Cîntăriri de precizie	Bal. analitică	0,1 mg	200 g	0,1 mg	200 g	Cu citire optic.	1 oră/zi	,,	,,	820
920	*Atelier întreţinere.* Dimensiuni piese confecţionate	Sublere	1/10	0..250 mm	1/10	0..250 mm	exterior	2 ore/zi	,,	,,	496
	Verif. manom. de lucru	Manometru	0,5	0...50	0,5	0...50	Element elastic	2 ore/zi	,,	,,	349
	Lab. Termotehnic. Verif. manom. model.	Manometre	0,2	0..50	0,2	0..50	piston şi greutăţi.			,,	345
	Verif. term. de lucru	Termemetru	0,1°C	0..100°C	0,1°C	0.100°C	Mercur	5 ore/lună	,,	,,	300

MINISTERUL TUTELAR

INSTITUȚIE, INTREPRINDERE

SCHEMA VERIFICĂRII MIJLOACELOR DE MĂSURAT

Anexa nr. 2

Domeniul	Poziția	Denumirea mijloacelor de măsurat după nomenclator	Buc.		Precizia	Limita	Caracteristici (principiu de funcționare)	Verificarea internă				Verificarea de stat	
			N.	E.				Periodice	Aparat model	Precizie ap. model	Locul unde se face verif.	Periodice	Locul unde se face verif.
Presiuni	1	Manometre	N	50	2,5	0...25	Element elastic	12/an	manometru model III	0,5	Lab. termo-tehnic Intrepr.	1/an	Secția Sighișoara
			E	30	„	„	„	„	„	„	„	„	„
	2	Manometru model III	N	1	0,5	0...50	Element elastic	4/an	manometru ecu piston și greut.	0,2	Lab. termo-tehnic Intrep.	1/an	Lab. DVM. București
			E	1	0,5	0...50	Element elastic	4/an	manometru cu piston și greut.	0,2	Lab. de bază T. C. Sîngiorgiu	1/an	Lab. DVM București
	3	Manometru model II	N	2	0,5	0...30	Element elastic	4/an	manometru cu piston și greut.	0,2	Lab. Termo-tehnic întrepr.	1/an	Lab. DVM București
			E	1	0,5	0...30							
	4	Manometru model II	N	1	0,2	0...50	Piston greutăți	2/an	Manometru model I.	0,05	—	1/an	Lab. DVM București
			E	1	0,2	0...50							

FOR TUTELAR

INSTITUȚIE, INTREPRINDERE

PLAN DE ACȚIUNE PENTRU VERIFICAREA MIJLOACELOR DE MĂSURAT

Anexa nr. 3

Anul.....

Poziția din schemă	Denumirea mijloacelor de măsurat	VERIFICĂRI INTERNE												VERIFICĂRI DE STAT								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	Manometru															1/15						
2	„	1/12			1/19			1/2			1/10									1/20		
3	„																					

Constatîndu-se că întocmirea dărilor de seamă asupra supravegherii interne a măsurilor și aparatelor de măsurat de către instituții și întreprinderi, precum și centralizarea datelor cuprinse în ele, a întîmpinat dificultăți din cauza lipsei unui formular tip de dare de seamă, Direcția Generală de Metrologie a elaborat formularul de mai jos aprobat de Direcția Centrală de Statistică care intră în aplicare începînd din anul 1956.

Instituțiile, întreprinderile, ministerele, sfaturile populare și celelalte organe centrale, vor întocmi dări de seamă pe anul 1956 asupra supravegherii interne a măsurilor și aparatelor de măsurat pe baza acestui formular tip și ținînd seamă de explicațiile date în nota de la finele lui.

Pentru ca lucrările de întocmire a dărilor de seamă să se poată executa în bune condițiuni și în termenele prevăzute, este necesar ca organele interesate să ia de pe acum măsurile de punere în ordine a evidenței tuturor măsurilor și aparatelor de măsurat, organizînd-o pe baza nomenclatorului din formularul tip menționat.

Ministerul . . . . . .
Întreprinderea (INSTITUȚIA) . . . . . .
Regiunea . . . . . *Raionul* . . . . . .
Localitatea . . . . . .
Str. . . . . . *Nr.* . . . . *Tel.*

Form. S. I. Metr.
Aprobat de Direcțiunea Centrală de Statistică de pe lîngă Consiliul de Miniștri al R.P.R. cu nr. 143 din 21 iulie 1956 conf. H.C.M. nr. 102/1956

DARE DE SEAMĂ DEPARTAMENTALĂ

asupra supravegherii interne a măsurilor și aparatelor de măsurat pe anul 1956

Poziția din nomenclator	Denumirea măsurilor și aparatelor	Verificări interne			Reparate	Declasate	Observații
		Planificate bucăți	Realizate				
			Admise la verificare	Respinse la verificare			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Lungimi terminale (cale plan-paralele)						
5	Măsuri de lungime cu repere (în mm sau mai mari)						
2	Aparate ce pot măsura lungimi în 1/10...1/50 mm						
6	„ „ „ „ „ 1/100 mm						
7—8	„ „ „ „ „ 1/1000 mm						
8—18	Alte aparate speciale pentru măsurat lungimi						
10—11	Aparate pentru măsurat unghiuri						
23	„ „ „ suprafețe						
28—30	Măsuri de capacitate și aparate pentru comerț						
32—51	„ „ „ „ „ „ laborator						
32—51	Rezervoare, cisterne, butoaie						
47—48	Greutăți						
52—55	Balanțe analitice						
56	„ tehnice și uzuale						
57—58	Bascule						
59	Pod bascule						
60	Manometre, vacumetre, etc						
79—83	Dinamometre, etc.						
85—86	Aparate pentru măsurarea durității						
88	Mașini pentru încercarea durității						
87	Mașini pentru încercarea materialelor						
92	Contori de apă, benzină, etc.						
93	„ „ gaze, aburi, etc.						
98	Densimetre, lactodensimetre, alcoolmetre, etc.						
99—104	Alte aparate pentru constante fizico-chimice						
32—37	Contori electrici						
5—14	Ampermetre, voltmetre, wattmetre						
29—31	Transformatori de măsurare						
23—26	Potențiometre, punți						
42—53	Alte aparate electrice sau electronice de măsurare						
41	Cronometre, etc.						

Total . . . . .

Notă 1) Intreprinderea (Instituția) întocmește darea de seamă în 3 exemplare din care unul rămîne la emitent, unul se trimite la Direcția tutelară și unul la Serviciul V.M. Regional respectiv, în ziua de 5 ianuarie 1957.

Direcția tutelară centralizează datele și trimite darea de seamă la Ministerul sau Organul-Central respectiv în ziua de 15 ianuarie 1957. Ministerul sau Organul Central trimite darea de seamă centralizată la Direcția Generală de Metrologie în ziua de 25 ianuarie 1957.

Direcțiile și Ministerele (Organele Centrale) emit numai 2 exemplare : un exemplar pentru emitent și unul pentru Direcția Generală de Metrologie

2) A se consulta nomenclatorul din „Instrucțiuni, pentru completarea formularelor de declarare a măsurilor și aparatelor de măsurare aflate în întreprinderi (instituții), în vederea întocmirii planului de verificări de stat pe anul 1957

Director, Resp. Metrolog,

VIII
2434
Müegy.

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECŢIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIŞTRI

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREŞTI
OBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

10

Octombrie 1956

REVISTA

„METROLOGIA APLICATA"

SE GĂSEȘTE DE VÎNZARE LA

DIRECȚIA GENERALĂ DE METROLOGIE

STRADA ȘTIRBEI VODĂ nr. 186

ȘI LA

LIBRĂRIA ACADEMIEI

CALEA VICTORIEI Nr. 27 — BUCUREȘTI

Nr. 10
Oct.
1956

METROLOGIA APLICATĂ

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

APARE SUB CONDUCEREA UNUI COMITET DE REDACȚIE

SUMAR

Pag.

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. M. RAȚIU — Construcția aparatului etalon pentru scara de duritate Rockwell 3

Ing. GH. IANCULESCU — Principiul măsurărilor în proiectarea sistemelor de reglare automată 9

Ing. R. BOTEZATU — Considerații asupra alegerii dispozitivului de puncte de măsurare pentru cartarea anomaliilor gravității . . . 18

Ing. GH. STANCU — Linia de transmisiuni utilizată în măsurări de impedanță 24

D. FOCȘENEANU — Un nou tip de termoanemometru 35

Ing. L. SCHAPIRA — Verificarea forței de apăsare la aparatele de măsurat lungimi 38

DIN EXPERIENȚA U.R.S.S. ȘI A ȚĂRILOR DE DEMOCRAȚIE POPULARĂ

S. S. SCEDROVIȚKI — Folosirea instalațiilor automate și electronice la aparatele de cîntărit 44

INFORMAȚII METROLOGICE

INDRUMATOR LEGISLATIV

REDACȚIA
ȘI
ADMINISTRAȚIA
DIRECȚIA GENERALĂ DE METROLOGIE
Str. ȘTIRBEI VODĂ, 186
TELEF. 62031

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Инж. М. РАЦИУ: Устройство тарированного прибора для шкалы твердости Рокуэлла 3

Инж Г. ЯНКУЛЕСКУ: Основа измерений при проектировании системы автоматического регулирования 9

Инж. Р. БОТЕЗАТУ: К вопросу о выборе приспособления для точечного измерения распределения гравитационных аномалий 18

Инж. Г. СТАНКУ: Линия связи применяемая при измерении импеданса 24

Стр.

Д. ФОКШЕНЯНУ: Новый тип термоанемометра . 35

Инж. Л. ШАПИРА: Проверка нажимной силы приборов для линейных измерений 38

ИЗ ОПЫТА СССР И СТРАН НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

С. С. ЩЕДРОВИЦКИЙ: Применение автоматических и электронных установок для весовых приборов 44

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

SOMMAIRE

Pag.

PROBLEMES TECHNIQUES DE LA METROLOGIE APPLIQUEE

Ing. M. RAŢIU — La construction de l'appareil étalon pour l'échelle de dureté Rockwell . . 3

Ing. GH. IANCULESCU — Le principe des mesures, dans la projection des systèmes de réglage automatique 9

Ing. R. BOTEZATU — Considération sur le choix des stations pour la mesure des anomalies de pesanteur 18

Ing. GH. STANCU — La ligne de transmissions utilisée aux mesures d'impédance 24

Pag.

D. FOCŞENEANU — Un nouveau type de thermoanémomètre 35

Ing. L. SCHAPIRA — Le contrôle de la pression exercée par les touches des instruments à mesurer les longeurs 38

DE L'EXPERIENCE DE L'U.R.S.S. ET DES PAYS DE DEMOCRATIE POPULAIRE

S. S. SCEDROVITZKI — L'emploi des installations automatiques et électroniques aux instruments de pesage 44

INFORMATIONS METROLOGIQUES

GUIDE LEGISLATIF

Construcția aparatului etalon pentru scara de duritate Rockwell

Ing. M. RAȚIU

Приводятся условия, которые должен удовлетворять, на основании анализа влияния устройства различных узлов на точность измерений, тарированный прибор для шкалы твердости Рокуэлла. Дается описание устройства тарированного прибора запроэктированного для оснащения лаборатории Метрологического Института.

★

L'auteur expose les conditions requises aux instruments étalons utilisés pour l'échelle de dureté Rockwell, conditions établies à la suite d'une analyse sur l'influence exercée par la construction des différents éléments sur la précision des mesures.

Il présente ensuite le projet de construction de l'instrument étalon, dont la réalisation est envisagée pour le laboratoire de l'Institut de Métrologie.

Asigurarea justeței și preciziei măsurărilor de duritate necesită, în primul rînd, realizarea unor metode etalon, care să permită determinarea diferitelor scări de duritate statică cu erorile minime posibile în stadiul actual de dezvoltare a tehnicii. Aceste metode etalon constau în măsurări executate fie la grupe de aparate de construcție normală, păstrate în condiții optime în laboratoarele institutelor metrologice, fie, mai recent, la aparate de construcție specială, la care s-au eliminat în mare măsură sursele de erori.

Pe baza măsurărilor efectuate cu aceste aparate etalon se stabilesc durităților plăcuțelor etalon care servesc la transmiterea unității de duritate la aparatele de lucru.

Importanța deosebită a realizării cît mai judicioase a metodelor etalon, pentru asigurarea justeței și preciziei măsurărilor de duritate, a ridicat necesitatea efectuării, în cadrul planului de cercetări al Sectorului de Metrologie Timișoara, a unor studii sistematice asupra condițiilor impuse construcțiilor unor aparate corespunzătoare. În cadrul activității pe anul 1955 s-au elaborat proiectele pentru aparatele etalon pentru scările de duritate Brinell și Vickers, proiecte prezentate în Metrologia Aplicată nr. 5/1955, iar în anul 1956 aceste studii au fost completate cu elaborarea proiectului aparatului etalon pentru scara de duritate Rockwell.

În urma cercetării realizărilor din acest domeniu din țările străine, în special a aparatului etalon construit în Republica Democrată Germană, s-a ajuns la concluzia că și pentru scara de duritate Rockwell se impune introducerea unui aparat special, renunțîndu-se astfel definitiv la vechiul sistem de grupe de aparate de construcție normală. Avantajele indiscutabile ale aparatelor etalon speciale cu încercări directe, care asigură măsurări cu erori minime a determinat generalizarea aplicării lor în institutele metrologice.

Astăzi preocuparea institutelor metrologice se concentrează în direcția perfecționării acestor aparate etalon cu încărcări directe, eliminîndu-se din ce în ce mai mult sursele de erori.

Construcția aparatului etalon a fost preconizată pe baza unui studiu critic al tuturor surselor de erori posibile la aparatele de duritate completat cu elaborarea unor măsuri constructive care să le elimine, sau să le diminueze la minimul accesibil tehnicii actuale.

Considerăm că expunerea rezumativă a concluziilor studiului surselor de erori și descrierea construcției preconizate, prezintă interes pentru cunoașterea aprofundată a tehnicii măsurărilor de duritate.

Metoda Rockwell de încercare a durității

Metoda Rockwell a fost introdusă în tehnica încercărilor de duritate în anul 1931 și s-a prezentat ca o metodă deosebit de simplă și operativă, care a permis ca măsurarea urmei să se efectueze odată cu încercarea propriu zisă. Datorită simplității sale și mai ales a reducerii timpului necesar pentru măsurarea urmei cu aparate optice auxiliare, această metodă s-a bucurat de o largă răspîndire, ajungînd astăzi, împreună cu metoda Brinell, cea mai cunoscută metodă.

Cu toate că metoda este susceptibilă de erori mai însemnate decît celelalte metode statice, totuşi ea a fost acceptată ca metodă standardizată şi se utilizează pe scară largă în industrie.

Metoda constă în apăsarea unui penetrator de o anumită formă, sub sarcini fixe, urmate de măsurarea adîncimii urmei remanente. Pentru a se evita influenţa neregularităţilor geometrice şi a neomogenităţii exterioare, adîncimea de pătrundere iniţială, realizată sub acţiunea unei sarcini preliminare reduse.

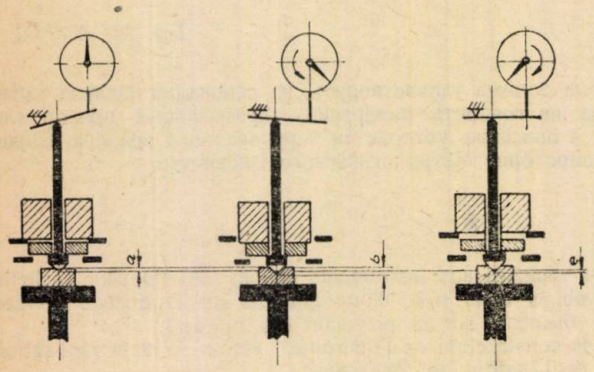


Fig. 1

Încercarea se execută în trei faze (fig. 1):

Faza 1. — Se aplică o sarcină iniţială de 10 kgf, sub acţiunea căreia penetratorul pătrunde pînă la o adîncime a, adîncime care este considerată drept poziţie iniţială.

Faza 2. — Se aplică o suprasarcină şi penetratorul continuă să pătrundă pînă la o adîncime b.

Faza 3. — Se ridică suprasarcina, menţinîndu-se aplicată sarcina iniţială şi penetratorul revine la o adîncime e, datorită anulării deformaţiei elastice.

Determinarea durităţii se face pe baza măsurării adîncimii urmei e cu un comparator cu cadran în legătură cu penetratorul. Măsurarea adîncimii se exprimă în unităţi convenţiale echivalente cu 0,002 mm.

Pentru a se obţine cifre de durităţi crescătoare, pe măsură ce adîncimea se reduce, duritatea Rockwell este dată ca diferenţă dintre valoarea constantă E şi mărimea adîncimii urmei e:

$$H_R = E - \frac{e}{0{,}002} \text{ respectiv}$$

$$H_R = E - e,$$

în funcţie de modul în care este indicată adîncimea e, în mm sau în unităţi Rockwell.

Metoda Rockwell se aplică în diferite condiţii, cu penetratoare de anumite tipuri şi sarcini anumite, pe baza cărora se defineşte scara metodei. În tabela 1 sînt prezentate condiţiile de încercare pentru scările Rockwell cunoscute, dintre care s-au generalizat însă numai scările A, B şi C, scări care au fost încadrate şi în STAS 493—49. În afară de scările Rockwell s-au mai preconizat şi scări Superrockwell cu sarcini reduse, pentru examinarea durităţii straturilor subţiri.

Încercările curente cu metoda Rockwell se efectuează în condiţiile scării C, sarcina de

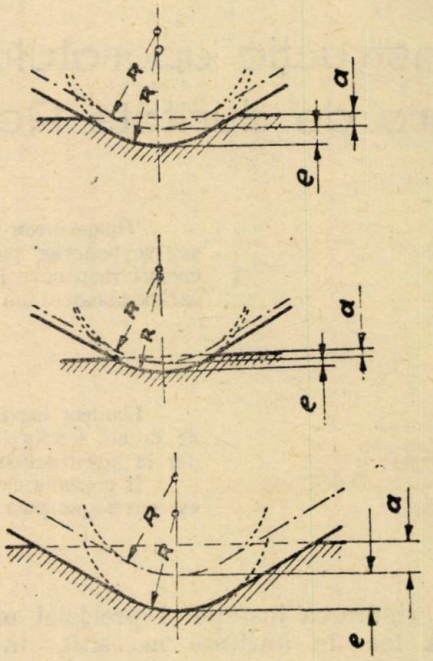


Fig 2 a, b, c

150 kgf şi penetratorul cu con de diamant cu un unghi de 120° rotunjit la vîrf cu o rază de 0,2 mm. Această scară permite măsurarea durităţii în domeniul $30 < H_{RC} \times 87$.

Limitarea domeniului de aplicare a scării C rezultă din respectarea condiţiei de bază a desfăşurării penetrării (fig. 2a):

— sub sarcina iniţială numai porţiunea rotunjită a conului trebue să pătrundă în piesă, iar

— sub sarcina totală trebue să se obţină adîncimi la care şi porţiunea conică a diamantului intră în metal.

În cazul cînd nu se respectă această condiţie, încercarea nu mai este concludentă.

Într-adevăr, dacă pătrunderea se face numai în limitele porţiunei rotunjite, la o adîncime totală sub 0,0268 mm — fig. 2b — încercarea Rockwell devine o încercare Brinell cu o bilă de ⌀ 0,4 mm şi o sarcină iniţială. Dacă se introduce această limită de adîncime permanentă — $e = 0{,}0268$ mm — în relaţia de calcul a durităţii Rockwell C rezultă:

$$H_{RC} = 100 = \frac{0{,}0268}{0{,}002} = 86{,}6,$$

mărimea durităţii maxime care poate fi determinată.

Dacă penetrarea sub sarcina iniţială depăşeşte înălţimea porţiunii rotunjite, la me-

CONDIȚII DE ÎNCERCARE PENTRU METODA ROCKWELL
1 H_R = 0,002 mm.

Tabela 1

Scara	Penetratorul	Sarcina inițială kgf	Sarcina totală kgf	Diviziuni E
A	Con de diamant	10	60	100
B	Bila 1/16″		100	130
C	Con de diamant		150	100
D			100	100
E	Bila 1/8″		100	130
F	Bila 1/16″		60	
G			150	
H	Bila 1/8″		60	
K			150	
M	Bila 1/4″		60	
N			100	
P			150	
R	Bila 1/2″		60	
S			100	
V			150	

CONDIȚII DE ÎNCERCARE PENTRU METODA SUPERROCKWELL
1 H_R = 0,001 mm.

15 – N	Con de diamant	3	15	100
30 N			30	
45 N			45	
15 T	Bila 1/16″		15	
30 T			30	
45 T			45	

talele foarte moi, cu $H_{RC} < 30$, desfășurarea deformării este diferită decît în condițiile normale.

Erorile de măsurare la metoda Rockwell C.

Factorii principali care pot cauza producerea de erori în măsurările de duritate sînt următorii :

— construcția aparatului,
— executarea operației,
— pregătirea piesei.

Dintre acești factori, acela care are o influență hotărîtoare este construcția aparatului, întrucît ceilalți factori se elimină în mare măsură. Operațiile se execută de un personal cu o calificare specială și se examinează numai plăcuțe etalon de duritate, confecționate în condiții optime de prelucrare.

Din examinarea influenței tipurilor constructive preconizate de tehnica modernă, pentru fiecare parte componentă a unui aparat de duritate, rezultă condițiile în care erorile de măsurare pot fi eliminate.

* * *

În general construcția aparatelor de duritate cuprinde următoarele părți principale :

— corpul aparatului,
— dispozitivul de așezare a piesei de încercat,
— dispozitivul de producere a sarcinii,
— dispozitivul de comandă a ciclului de încercare,
— penetratorul și
— dispozitivul de măsurare a urmei.

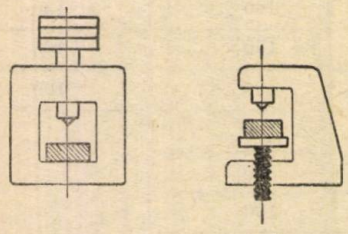
Corpul aparatului de duritate se prezintă în general sub 2 forme : cadru închis și cadru deschis (fig. 3).

Condiția de bază, cerută, constă în rigiditatea corpului, pentru a se evita orice denaturări a măsurărilor, datorită încadrării deformațiilor elastice ale cadrului în mărimea durității, din cauza histerezisului elastic la revenire, fie, mai ales, datorită perturbării funcționării aparatului, prin apariția frecărilor suplimentare, a agățărilor etc.

Față de această condiție, forma de cadru închis (portal) se prezintă mult superioară tipurilor de batiuri deschise. Totodată forma

de cadru închis asigură cea mai mare stabilitate a aparatului.

Montarea dispozitivului de solicitare în corpul aparatului este de asemeni hotărîtoare. Dacă sarcina este aplicată din afară şi este condusă numai în batiu, între rulmenţi, se elimină orice îndoieli asupra eventualelor pre-



a b

Fig. 3

luări de sarcină din partea batiului şi a tendinţelor de dispunere oblică a penetratorului faţă de suprafaţa piesei (fig. 3a). În schimb, la construcţiile deschise cu dispozitivul de producere a sarcinii rezemat de batiu (construcţia aparatelor uzuale — fig. 3b) se observă în exploatarea deviaţii de la perpendicularitatea penetratorului şi reţineri ale sarcinii.

În concluzie, construcţia în cadru închis cu sarcina aplicată din exterior, prezintă forma ideală pentru un aparat de duritate, formă cunoscută sub denumirea de construcţie rigidă.

La dispozitivul de aşezare a piesei se întîlnesc de obicei lăsări axiale (a mesei şi a şurubului) sub sarcină. Lăsările axiale datorită histerezei elastice şi a expulzărilor filmului de ulei, se încadrează în adîncimea urmei măsurate. Eliminarea acestei surse de erori destul de importantă, se realizează la aparatele etalon prin aşezarea piesei de încercat direct pe batiu.

Dispozitivul de producere a sarcinii trebue să asigure justeţea valorii sarcinilor permanent controlabile, condiţie care se obţine numai în cazul aplicării directe de greutăţi pe penetrator.

Evident, se menţine deziderатul că aceste încărcări să se producă independent de batiu, fără reazime.

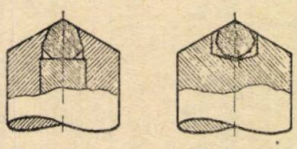
Desfăşurarea încercării după un ciclu bine determinat — o perioadă de încărcare, o perioadă de menţinere sub sarcină şi apoi descărcarea — şi executată în mod automat, elimină orice intervenţii perturbatorii ale aparatului. Prin încadrarea unui asemenea dispozitiv de tip hidraulic, cu o funcţionare ireproşabilă, se diminuează orice caracter arbitrar al operaţiei. Se reclamă însă ca acest dispozitiv să elibereze complet sarcina în momentul încercării.

In special trebuie să se menţioneze că din încercarile executate în diferite laboratoare din străinătate, confirmate şi de încercările laboratorului Sectorului de Metrologie Timişoara, a rezultat că durata de menţinere sub sarcină este hotărîtoare şi la această metodă. Această problemă se ridică întrucît normele străine şi standardul STAS 493—49 nu fixează o durată de menţinere, ci limitează încercarea la oprirea acului indicator. Din încercările făcute au rezultat variaţii pentru indicaţiile de duritate pînă la 1,5 H_{RC} în funcţie de durata menţinerii sarcinii — de la 30—120 sec — după prima oprire a acului comparatorului. Rezultatele măsurărilor se vor expune într-un referat în curs de redactare pentru Oficiul de Standarde.

De o importanţă deosebită pentru încercările de duritate este modul de construcţie a monturii, montarea şi gradul de prelucrare al penetratorului.

Montura obişnuită a diamantului se face în lipitură tare (fig. 4 b), soluţie care este însă defectuoasă, întrucît se aduc deformări continue a lipiturii în cursul utilizării, care provoacă o aşezare oblică. Este de preferat soluţia cu diamantul aşezat pe o nicovală din metal dur, cu toate că reclamă condiţii deosebit de pretenţioase de execuţie (fig.4a).

Montarea uzuală a penetratorului prin strîngere laterală cu un şurub provoacă, în urma uzurii fusului, o aşezare oblică, (fig.5).



a b

Fig. 4

O soluţie mai judicioasă a fost preconizată de D.A.M.G. (Deutsche Ant für Mass und Gewicht) care constă în presarea bazei penetratorului pe suport cu ajutorul unei piuliţe (fig. 6); strîngerea se execută după ce se aplică sarcina asupra penetratorului.

Pentru confecţionarea penetratoarelor se utilizează de obicei diamante tip Borts, care prezintă cristale mari fără de a avea calităţile reclamate pentru bijuterie.

Aceste cristale se prelucrează astfel ca o axă a cristalului să coincidă cu axa principală a penetratorului, condiţie în care se poate şlefui

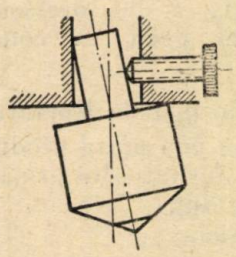


Fig. 5

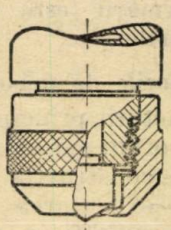


Fig. 6

mai uşor şi care asigură o rezistenţă maximă. Şlefuirea se execută după fixarea în montură, pe discuri rotative din fontă, cu soluţie de praf de diamant şi ulei.

Influenţa caracteristicilor macro şi microgeometrice ale conului de diamant se găseşte în studiu în laboratoarele de specialitate. Există o tendinţă de restrîngere a toleranţelor pentru unghiul conului şi pentru raza de rotunjire, în special pentru aparatele etalon; pentru aparatele uzuale se reclamă 120° ± 1° şi $r = 0{,}2 \pm 0{,}01$ mm, în schimb pentru

aparatele etalon se reduc limitele abaterilor la 120° ± 5 și $r = 0{,}2 \pm 0{,}005$ mm.

Calitatea prelucrării suprafețelor conului se examinează pe bază de fotografii executate la aparate speciale (microscop de interferență etc).

Dispozitivul de măsurare a adîncimii urmei asigură o măsurare de înaltă precizie numai în construcție optică, urmărindu-se direct deplasarea penetratorului. Soluțiile preconizate pentru aparatele etalon constau din microscoape de măsură cu spirală (tip Abbé), fixate la masa aparatului, cu ajutorul cărora se măsoară deplasarea unui indice trasat pe penetrator. Aceste aparate permit măsurarea cu o precizie de 0,001 mm.

Un alt avantaj al aparatului optic, față de cel mecanic, constă în funcționarea lui independentă de aparatul etalon, fără frecare și fără diminuarea sarcinii.

Construcția aparatului etalon Rockwell

În urma analizei condițiilor necesare pentru asigurarea unei măsurări de înaltă precizie, s-a trecut la elaborarea unui proiect pentru aparatul etalon al Institutului de Metrologie.

La soluționarea acestei probleme dificile au fost de un mare ajutor publicațiile despre aparatele etalon construite recent în Republica Democrată Germană (Feingeräte technick Nr. 8/1954 pag. 344).

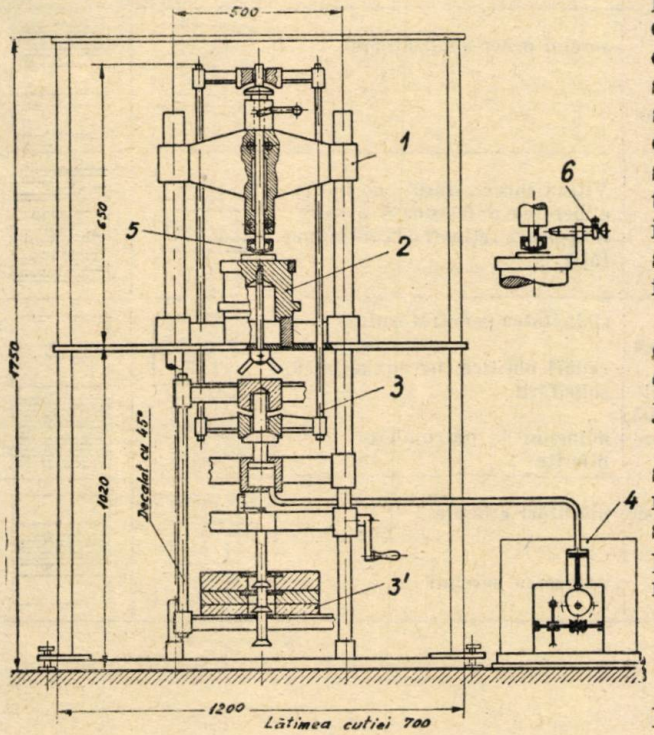


Fig. 7

Construcția aparatului (fig. 7) se prezintă în formă de cadru închis (1), sarcinile fiind aplicate direct asupra penetratorului prin intermediul a două juguri decalate între ele cu 45°, unul pentru sarcina inițială (3) și celălalt pentru suprasarcină (3').

Dimensionarea cadrului s-a făcut pe bază de limitare a deformațiilor elastice sub sarcină.

Masa aparatului (2) este așezată direct pe baza cadrului, blocată cu un șurub de strîngere.

Comanda ciclului de încercare se execută cu un dispozitiv hidraulic (4) sub presiune, comandat printr-o camă rotită de un motor electric. Întregul dispozitiv hidraulic este montat separat de aparatul etalon, legătura realizîndu-se printr-o conductă sub presiune.

Penetratorul (5) este fixat într-o tijă cilindrică pe capătul căreia, într-un pivot sferic, se sprijină, în cursul încercării, jugul sarcinii inițiale (3). Tija este condusă în batiu prin intermediul a două rînduri de rulmenți cu poziții reglabile.

Fixarea penetratorului în corpul tijei se face cu ajutorul unei piulițe (fig.6).

Măsurarea adîncimii urmei se execută cu un microscop spiral (6) prins cu un inel de masa aparatului (2). Cu acest microscop se urmărește lăsarea unei plăcuțe divizate, fixată pe tija penetratorului.

Întregul aparat este plasat într-un cadru metalic cu pereții demontabili, cu sticlă.

Modul de funcționare. Penetratorul este adus în poziție de contact cu suprafața piesei de încercat. Apoi se pornește motorul electric al dispozitivului de comandă a încărcării care, prin rotirea camei, permite evacuarea uleiului din cilindrul de lucru al aparatului în cilindrul dispozitivului de comandă. Evacuarea uleiului se face sub coborîrea pistonului pe care se sprijină jugurile greutăților (3 și 3'). În cursa de coborîre se așează în primul rînd jugul sarcinii inițiale (3) pe pivotul sferic din capătul tijei penetratorului și apoi, după un anumit interval de timp, ajunge ca și jugul suprasarcinii (3') să se reazeme pe traversa inferioară a jugului sarcinii inițiale.

În continuare, se inversează sensul fluxului de ulei sub presiune și se introduce în cilindrul de lucru, provocînd ridicarea mecanică a jugurilor sarcinilor.

Diferitele faze ale încercării — aplicarea sarcinii inițiale, a suprasarcinii precum și ridicarea suprasarcinii — pot să se desfășoare continuu, sau la comanda operatorului, putînd fi separate prin decuplarea acționării motorului electric.

* * *

Din descrierea construcției aparatului etalon Rockwell și analiza critică a măsurilor luate pentru eliminarea diferitelor surse de erori, rezultă că cea mai mare parte dintre acestea au fost eliminate, iar altele au fost sensibil reduse. În tabela 2 se prezintă comparativ influența diferitelor elemente ale construcției aparatelor de duritate uzuale și ale aparatului etalon, asupra peciziei măsurărilor.

Se remarcă faptul că influența construcției aparatului se mai menține numai în ceea ce privește realizarea dispozitivului de comandă a ciclului și de realizarea conului de diamant. Eliminarea influenței ciclului de încercare reclamă studii experimentale, executate tocmai cu aceste aparate etalon, care să poată indica în ce limite trebue încadrate vitezele de aplicare și durata de menținere a sarcinii, pentru a se asigura măsurări riguroase. În ceea ce privește tehnica prelucrării conului de diamant, această problemă este deosebit de delicată și ea se găsește în plin studiu în diferite laboratoare metrologice.

În general aparatul etalon se prezintă într-o construcție temeinic studiată, care trebue să asigure măsurările cu precizia aparatelor similare din străinătate, sub rezerva ca și execuția să se realizeze cu o deosebită grijă.

Introducerea aparatului etalon de duritate de construcție specială rezolvă, la nivelul actual al tehnicii măsurărilor, problema realizării metodei etalon a scărilor de duritate pentru țara noastră.

INFLUENȚA CONSTRUCȚIEI DIFERITELOR ELEMENTE ALE APARATELOR DE DURITATE ROCKWELL.

Tabela 2.

Nr. crt.	Elementul aparatului	Sursa de erori	Consecințe	Influența	
				ap. uzual	ap. etalon
0	1	2	3	4	5
1.	Corpul aparatului	Deformări elastice	Oblicitatea penetratorului Oblicitatea piesei Histereza de revenire	▥ ▥ ▥	□ □ □
2.	Dispoz. de așezare a piesei	Lăsări axiale	lăsarea mesei lăsarea șurubului lăsarea piesei	▥ ▥ ▥	□ □ ▤
3.	Producerea sarcinei	justețea greutăților deformarea părghiilor așezarea pe suporți a pîrghiilor	sarcini necorespunzătoare	▥ ▥ ▥	▤ □ □
4.	Disp. de comandă ciclului de încercare	frecări în dispozitiv starea amortizorului	Viteza încerc. durata de încerc. eliberarea defectuoasă a sarcinii (șocuri, reținere discontinuități)	▥ ▥ ▥	▤ ▤ ▤
5.	Penetratorul	montarea penetratorului montura penetratorului (fixarea diamantului) macrogeometria diamantului (unghiul, rotunjirea, suprafețele), microgeometria (calitatea prelucrării)	Oblicitatea penetratorului cedări elastice, necoaxialitatea solicitării adîncimi de pătrundere diferite	▥ ▥ ▥	□ □ ▤
6.	Disp. de măsurarea urmei	deformarea pîrghiei de transmisie imprecizia aparatului forța de apăsare	măsurări eronate reducerea sarcinii	▥ ▥	□ ▤

▥ — existente

▤ — reduse

□ — eliminate

Principiul măsurărilor în proiectarea sistemelor de reglare automată

Ing. GH. R. IANCULESCU

В рамках этой статьи отмечается в первую очередь важность измерений в системах автоматического регулирования, как в отношении определения показателей различных деталей, так и при опытной проверке проэктируемых систем. Затем дается краткое описание особенностей систем автоматического регулирования и указываются применяемые способы измерения, как в связи с переходными, так и с синусоидальными решениями.

★

L'article débute par une démonstration sur l'importance qu'ont les opérations de mesure dans l'emploi des systèmes de réglage automatique, en ce qui concerne la détermination des caractéristiques des différents éléments et la vérification expérimentale des systèmes projetés.

On expose ensuite, succintement, les caractéristiques des systèmes de réglage automatique, en indiquant les méthodes de mesure utilisées à la réponse transitoire et sinusoïdale.

Problema măsurărilor prezintă o deosebită importanță în proectarea și exploatarea sistemelor de reglare automată.

Pe lîngă rolul foarte important de a măsura mărimea reglată (comandată), inchizînd astfel ciclul în sistemele de comandă cu ciclu închis, aparatele de măsurat reprezintă mijlocul prin care se pot determina diferitele mărimi și diferiți parametrii din sistemele de reglare automată proectate.

Importanța măsurărilor în proectarea sistemelor de reglare automată este determinată de două motive principale. În primul rînd, proiectarea sistemului de reglare numai pe baze analitice nu este completă, întrucît valorile parametrilor sistemului, care au fost folosiți în calcule, nu sînt cunoscute cu precizie. Pentru acest prim motiv, rolul măsurărilor va fi de a determina cu precizie valorile parametrilor sistemului considerat, spre a se putea elabora o proectare completă.

În al doilea rînd, după ce sistemul a fost proectat analitic, folosindu-se valorile măsurate ale parametrilor, este necesar ca să se verifice experimental dacă sistemul astfel obținut îndeplinește cerințele de proectare. Această verificare apelează activ la aparatele de măsurat.

În afară de aceasta, cu ajutorul măsurărilor se pot compara între ele performanțele mai multor sisteme proectate, spre a se alege unul dintre acestea în vederea unei anumite aplicații.

În afară de studierea caracteristicilor întregului sistem de reglare, măsurările sînt foarte importante și în ceea ce privește stabilirea caracteristicilor diferitelor elemente componente ale acestuia.

Mai mult chiar, adeseori măsurările directe constituie singurul mijloc prin care se pot determina cantitativ performanțele unor astfel de componente, din cauză că metodele analitice care ar putea fi aplicate ar conduce la rezultate incomplete.

Înainte de a expune utilizarea măsurărilor în ceea ce privește caracterizarea sistemelor de reglare, este necesar să se expună în mod succint caracteristicile acestor sisteme.

Caracteristicele sistemelor de reglare. Un sistem de comandă are misiunea de a modifica valoarea unei mărimi fizice oarecare, numită mărime comandată sau reglată (C) în funcție de valoarea unei alte mărimi fizice, de aceiași natură sau de natură fizică diferită, numită mărime de referință sau de comandă (R).

Sistemele de comandă se încadrează în două categorii : sisteme cu ciclu deschis și sisteme cu ciclu închis, care constituie sistemele de reglare propriu zise.

În sistemele cu ciclu deschis, mărimea comandată nu influențează în nici un fel mărimea de referință, comanda făcîndu-se în concordanță cu o mărime de referință arbitrară, iar posibilitatea comenzii depinzînd numai de liniaritatea elementelor componente ale sistemelor și de etalonarea acestora. Sistemele cu ciclu deschis nu au deci nici o posibilitate de a con-

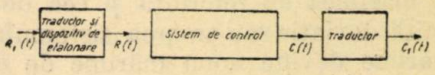


Fig. 1 Schema bloc principială a unui sistem de comandă cu ciclu deschis.

stata și corecta o eroare ce s-a produs în executarea comenzii, adică nu sînt sensibile la eroare.

Schema bloc principială a unui sistem de comandă cu ciclu deschis este prezentată în fig. 1.

Mărimea de referință care trebuie să comande sistemul este situată, de obiceiu la distanță de locul unde se produce mărimea comandată. Această mărime trebuie transmisă pe o cale oarecare spre mărimea comandată.

În majoritatea cazurilor mărimea de referință sau de comandă, care poate lua forme fizice foarte variate (poziție sau deplasare mecanică, tensiune sau curent electric, presiune sau debit de fluid, temperatură, etc) nu se potrivește cu mijlocul de transmisie folosit, care este de cele mai multe ori electric, fiind necesar să fie transformată cu ajutorul unui traductor, sprea a se adapta căii de transmisie. După această transformare a naturii fizice, mărimea de referință este introdusă într-un dispozitiv de etalonare, în care se fixează valoarea și alte caracteristici ale acestei mărimi, în concordanță cu scopul comenzii.

După această mărime se introduce în sistemul de control care poate cuprinde elemente mecanice, hidraulice sau electrice, care au rolul de a amplifica și modifica caracteristicile mărimii primite, în concordanță cu caracterul comenzii și de a acționa apoi asupra mărimii comandate. În cazul cînd această mărime este de natură fizică diferită, se introduce încă un traductor, indicat de asemenea în fig. 1.

Dezavantajul sistemelor de comandă cu ciclu deschis îl constituie faptul că acestea nefiind sensibile la eroare, performantele lor, fixate printr-o etalonare inițială, sînt modificate în mod nedorit de către influența diverșilor agenți exteriori (umiditate, temperatură, frecare, vibrații, etc.). astfel încît calitățile întregului sistem depind de menținerea etalonării inițiale.

Acest desavantaj principial al sistemelor cu ciclul deschis este eliminat în funcționarea sistemelor cu ciclu închis. Într-un astfel de sistem, mărimea comandată influențează mărimea de referință prin intermediul unei căi de reacție, care stabilește o legătură inversă între ieșirea și intrarea sa. Prin calea de reacție se transmite spre intrarea sistemului o mărime de reacție, care în general poate diferi de mărimea comandată, dar este în funcție de aceasta. Mărimea de reacție se compară cu mărimea de referință într-un dispozitiv numit element de comparare. Din acest element de comparare se obține o nouă mărime E, egală cu diferența dintre mărimea de referință și cea de reacție, denumită deviație sau eroarea sistemului. Această mărime devine noua mărime de comandă a sistemului, fiind introdusă în sistemul de control, de unde apoi se obține mărimea comandată. Ca și în cazul sistemului cu ciclu deschis, sistemele de comandă cu ciclu închis sau sistemele de reglare pot cuprinde atît la intrare cît și la ieșire traductori, atunci cînd este necesar să se transforme natura fizică a mărimilor respective.

În fig. 2 se prezintă schema bloc principială a unui sistem de reglare.

În această figură s-a considerat o cale de reacție cu o transmisie unitară, care reprezintă un caz destul de obișnuit. Într-un asemenea caz, mărimea de reacție este chiar egală cu mărimea comandată, astfel încît eroarea sau deviația sistemului devine egală cu diferența dintre mărimea de referință și mărimea comandată.

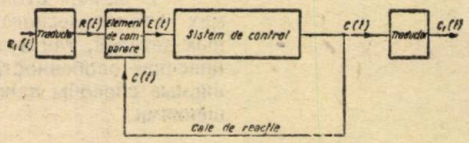


Fig. 2. Schema bloc principială a unui sistem de reglare.

Sistemul de control indicat în fig. 2 îndeplinește în general aceleași funcțiuni ca și dispozitivul corespunzător din cazul unui sistem cu ciclu deschis (fig. 1).

Spre deosebire de sistemele cu ciclu deschis, sistemele cu ciclu închis sînt sensibile în orice moment la eroare, tinzînd să o minimalizeze; linearitatea elementelor sistemului și etalonarea lor ocupă numai un rol secundar.

În afară de mărimea de referință și mărimea comandată, într-un sistem de comandă mai intervin și o serie de mărimi perturbatoare, care pot acționa la intrare, la ieșire, sau chiar în intervalul dintre intrare și ieșire. În general efectul acestor mărimi perturbatoare trebuie minimalizat, spre a se asigura satisfacerea performanțelor cerute sistemului.

După caracteristicile de reglare, există 3 categorii de sisteme:

— Sistem de tip releu, în care puterea organului de acționare se aplică în întregime, de îndată ce eroarea sistemului depășește pragul de acționare al releului.

— Sisteme de reglare intermitentă, în care puterea organului de acționare este controlată în trepte finite la anumite intervale de timp definite.

— Sisteme cu reglare continuă, în care puterea organului de acționare este controlată în mod continuu de către o anumită funcție de eroarea sistemului. Acestea sînt sistemele cu cea mai largă folosire și cu cele mai bune performanțe.

Din punctul de vedere al caracteristicii funcționale, se deosebesc două clase mari de sisteme de comandă:

— Sisteme liniare, în care toate elementele componente sînt liniare, adică în care dependența între mărimile de intrare și de ieșire respective este liniară. Astfel de elemente sînt de pildă rețelele electrice cu parametrii constanți, amplificatorii electronici și motoarele electrice între anumite limite, etc.

— Sisteme neliniare, în care unele din elementele componente nu sînt liniare.

Astfel de elemente neliniare sînt introduse de către frecări statice, saturație, jocuri în angrenaje, etc.

În multe cazuri aceste elemente neliniare sînt de nedorit, dar fiind inevitabile, efectul lor trebuie minimalizat, astfel încît să se poată considera, în mod aproximativ, sistemul de comandă drept liniar.

În alte cazuri însă, introducerea unor elemente neliniare poate constitui un lucru util, ducînd la îmbunătățirea performanțelor întregului sistem.

În cadrul articolului de față se va concentra atenția numai asupra sistemelor de comandă liniare, cu comandă continuă, cu ciclu închis.

Tratarea matematică a unor astfel de sisteme pornește de la stabilirea ecuațiilor de legătură între diferitele mărimi: mărimea de referință $R(t)$, mărimea comandată $C(t)$, mărimea de eroare sau deviația $E(t)$ și o mărime perturbatoare $U(t)$.

Din aplicarea ecuațiilor de bază ale fizicii, pentru fiecare din elementele componente ale unui sistem de comandă cu ciclu închis, liniar și cu comanda continuă și apoi din combinarea ecuațiilor astfel obținute pentru întregul sistem, se obțin anumite ecuații diferențiale liniare, cu coeficienți constanți, între mărimile caracteristice ale sistemului.

Astfel, între mărimile $R(t)$ și $C(t)$ se obține:

$$\sum_{k=0}^{n} a_k \frac{d^k C}{dt^k} = \sum_{i=0}^{m} b_i \frac{d^i R}{dt^i}, \text{ în care } m \leqslant n, \qquad (1)$$

iar coeficienții a_k și b_i sînt funcții de parametrii elementelor din sistem.

Ținîndu-se seama de relația:

$$E(t) = R(t) - C(t), \qquad (2)$$

se deduce din ecuația precedentă, ecuația diferențială care leagă mărimea $C(t)$ de $E(t)$:

$$\sum_{k=0}^{n} a_k \frac{d^k C}{dt^k} - \sum_{i=0}^{m} b_i \frac{d^i C}{dt^i} = \sum_{i=0}^{m} b_i \frac{d^i E}{dt^i} \qquad (3)$$

și ecuația diferențială care leagă mărimea $R(t)$ de $E(t)$.

$$\sum_{k=0}^{n} a_k \frac{d^k E}{dt^k} = \sum_{k=0}^{n} a_k \frac{d^k R}{dt^k} - \sum_{i=0}^{m} b_i \frac{d^i R}{dt^i} \qquad (4)$$

Cu ajutorul acestor ecuații, se pot determina 2 dintre mărimile, R, C, E, atunci cînd se specifică o a treia. Se pot stabili de asemeni ecuații analoage între mărimile R, C, E și o mărime perturbătoare U.

Se pun 2 probleme mari în ceea ce privește tratarea sistemelor de reglare cu ciclu închis:

a) Problema analizei unui sistem: fiind dat un anumit sistem, se cere să se determine mărimea comandată $C(t)$ și eroarea $E(t)$, atunci cînd se cunoaște mărimea de referință $R(t)$.

b) Problema sintezei unui sistem: fiind date caracteristicile mărimii comandate $C(t)$, corespunzătoare unei anumite mărimi de referință $R(t)$ specificate se cere să se determine forma sistemului respectiv.

Problema analizei se referă la un sistem deja constituit, conducînd la stabilirea caracteristicilor de reglare, pe cînd problema sintezei este în fond problema proiectării sistemului mărimile $C(t)$ și $R(t)$ fiind determinate în funcție de condițiile concrete de utilizare a unui anumit sistem de reglare.

Problema analizei poate fi rezolvată în principiu, dacă se cunoaște caracterizarea matematică a sistemului respectiv. Această caracterizare poate fi formulată prin ansamblul coeficienților a_k și b_i din ecuațiile diferențiale corespunzătoare. Se obișnuiește ca în problema analizei, să se determine mărimea $C(t)$ pentru anumite forme tipice ale mărimii $R(t)$.

Se consideră astfel 2 regimuride funcționare ale sistemului:

— Regimul transitoriu. În acest caz pentru mărimea $R(t)$ se aleg anumite forme standard simple, ca de exemplu funcția salt — unitate ($R(t) = 0$ pentru $t < 0$ și $R(t) = t$ pentru $t > 0$), funcția impu's unitar sau funcția delta ($R(t) = 0$ pentru $t \neq 0$ și $\int_{-\infty}^{+\infty} (R(t)\ dt = 1$) funcția rampă — — unitate ($R(t) = 0$ pentru $t < 0$ și $R(t) = t$ pentru $t > 0$) (fig. 3a, 3b, 3c).

În cazul unor astfel de alegeri, găsirea mărimilor $C(t)$ și $E(t)$ corespunzătorare este mai simplă.

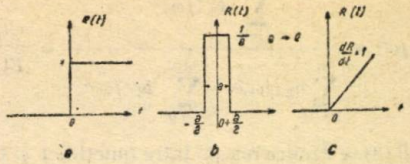


Fig. 3. Forme standard pentru mărimea $R(t)$:
a) funcția salt — unitate
b) funcția impuls unitar sau funcția delta
c) funcția rampă — unitate.

— Regimul permanent sinusoidal. În acest caz se alege pentru mărimea $R(t)$ o formă de undă sinusoidală:

$$R(t) = R \sin \omega t \ (-\infty < t < +\infty)$$

Pentru găsirea mărimii $C(t)$ corespunzătoare se folosește metoda reprezentării în compelex. Se pune astfel:

$R(j\omega) = R\,\epsilon^{j\omega}$ și se obține, introducîndu-se în (1) și rezolvîndu-se:

$$C(j\omega) = \frac{\sum_{i=0}^{m} b_i (j\omega)^i}{\sum_{k=0}^{n} a_k (j\omega)^k} R(j\omega) \qquad (5)$$

Mărimea $C(j\omega)$ este deci determinată dacă se cunoaște pe lîngă $R(j\omega)$, și mărimea:

$$F(j\omega) = \frac{\sum_{i=0}^{m} b_i (j\omega)^i}{\sum_{k=0}^{n} a_k (j\omega)^k} = \frac{C(j\omega)}{R(j\omega)}, \qquad (6)$$

numită funcția de răspuns la frecvență a sistemului cu ciclu închis. Se observă că această funcție este complet determinată dacă se cunosc coeficienții a_k și b_i.

În funcție de modulul și argumentul acestei funcții rezultă amplificarea (sau atenuarea), precum și defazajul mărimii $C(j\omega)$ față față de $R(j\omega)$, fig. 4).

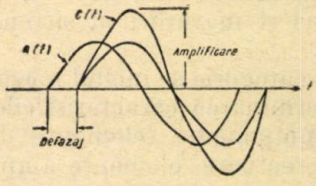


Fig. 4. Răspunsul unui sistem de reglare în regim permanent sinusoidal.

În mod analog se introduce și funcția de răspuns la frecvență a sistemului cu ciclu deschis, atunci cînd se determină $C(j\omega)$ pentru $E(j\omega)$ dat. Din (3) se deduce:

$$C(j\omega) = \frac{\sum_{i=0}^{m} b_i (j\omega)^i}{\sum_{k=0}^{n} a_k (j\omega)^k - \sum_{i=0}^{m} b_i (j\omega)^i} E(j\omega) \qquad (7)$$

definindu-se astfel funcția de răspuns la frecvență a sistemului cu ciclu deschis :

$$G(j\omega) = \frac{\sum_{i=0}^{m} b_i (j\omega)^i}{\sum_{k=0}^{n} a_k (j\omega)^k - \sum_{i=0}^{m} b_i (j\omega)^i} = \frac{C(j\omega)}{E(j\omega)} \qquad (8)$$

Din ec (6) și (8) se deduce relația între funcțiile F și G :

$$F(j\omega) = \frac{G(j\omega)}{1+G(j\omega)} \qquad (9)$$

Dacă se cunoaște răspunsul tranzitoriu al unui sistem de reglare la una din funcțiile standard specificate, sau răspunsul sinusoidal, adică funcția $F(j\omega)$, atunci se poate găsi pe cale analitică răspunsul sistemului considerat la ori ce fel de formă de variație a mărimii de referință. Aceasta determină importanța deosebită a cunoașterii răspunsurilor tranzitorii tipice precum și a funcției de răspuns la frecvență. Mai mult chiar, din cunoașterea funcției de răspuns la frecvență se poate deduce răspunsurile tranzitorii tipice, precum și reciproc, din cunoașterea unor asemenea răspunsuri tranzitorii, se poate determina răspunsul în regim permanent sinusoidal.

Se poate deci conchide că funcția de răspundere la frecvență caracterizează în mod complet, din punct de vedere matematic, un sistem de reglare.

Stabilirea caracterizării sistemelor de reglare, se poate face analitic, dacă se cunosc răspunsurile tuturor elementelor componente din sistem la frecvență. În general însă o serie de parametri ai sistemului nu sînt cunoscuți cu suficientă precizie, astfel încît pentru a se ajunge la o caracterizare completă a sistemului este necesar să se recurgă la măsurări.

Măsurările care se efectuează în proiectarea sistemelor de reglare. Prin măsurările în sistemele de reglare automată se urmărește fie să se verifice exactitatea calculelor analitice din sistemele proectate, cu ajutorul rezultatelor experimentale, fie să se determine, pe această cale, caracteristicile unui sistem complet sau numai a unor elemente componente din sistem, în cazul în care determinarea acestor caracteristici pe cale analitică nu ar putea furniza rezultate complete.

În acest fel se disting 2 categorii de măsurări care sînt necesare : măsurări în sistemele cu ciclu deschis și măsurări în sistemele cu ciclu închis.

În prima categorie se includ măsurările făcute pentru determinarea caracteristicilor diferitelor elemente componente (elemente de acționare, elemente corectoare, elemente amplificatoare și elemente de comparare.)

În efectuarea acestor măsurări trebuiesc luate precauții pentru minimalizarea efectelor diverșilor agenți exteriori perturbatori.

Măsurările în sistemele cu ciclu deschis permit o ușoară determinare a caracteristicilor elementelor, care ar fi mult mai greu și chiar incomplet determinabile pe o cale analitică, precum și studiul comportării acestor elemente față de variațiile condițiilor exterioare (temperatură, umiditate, vînt, ploaie, zăpadă), necesar în vederea proectării în condițiile de lucru de pe teren, nu numai din laborator.

Măsurările în sistemele cu ciclu închis oferă posibilitatea verificării experimentale a calculelor analitice prealabile. În aceste măsurări, influența agenților exteriori este mult mai mică din cauza căii de reacție existentă în sistemele cu ciclu închis. În acest caz se urmărește legătura dintre valorile mărimilor din sistemul cu ciclu închis : R, C, E și o mărime perturbatoare U aplicată la ieșirea sistemului (fig. 5)

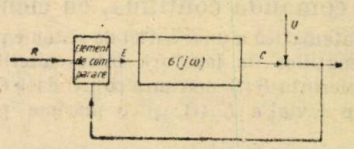


Fig. 5. Mărimile care intervin în măsurările din sistemele cu ciclu închis.

În fig. 5 s-a indicat funcția de răspuns la frecvență a sistemului cu ciclu deschis : $G(j\omega) = \frac{C(j\omega)}{E(j\omega)}$ în blocul sistemului de comandă.

În efectuarea ambelor categorii de măsurări se disting 2 tipuri de măsurări : în regim tranzitoriu și în regim permanent sinusoidal. În primul caz se aplică un semnal care să aproximeze cît mai bine una din formele standard amintite, iar în al doilea caz se aplică un semnal de formă sinusoidală.

Alegerea unuia sau altuia din aceste 2 tipuri depinde de condițiile concrete de lucru ale sistemului considerat, de utilajul experimental de care se dispune, de ușurința cu care se pot face măsurările într-un caz sau în altul.

În cazul măsurărilor în regim permanent sinusoidal pentru sistemele cu ciclu închis, se determină experimental funcțiile de răspuns la frecvență care leagă diferitele mărimi, reprezentate în fig. 5, atunci cînd se variază pulsația ω și mai cu seamă funcțiile :

$$F(j\omega) = \frac{C(j\omega)}{R(j\omega)}, \quad \frac{1}{1+G(j\omega)} = \frac{E(j\omega)}{R(j\omega)},$$

$$T(j\omega) = \frac{E(j\omega)}{U(j\omega)}, \text{ atît în modul, cît și în fază.}$$

În efectuarea măsurărilor, semnalele trebuie astfel aplicate, încît să nu turbure funcționarea normală a sistemului, și nici să nu conducă la apariția de efecte neliniare. Astfel, semnalele aplicate nu trebuiesc alese excesiv de mari, spre a se evita efecte de saturație ; de asemenea trebuie evitate influențele jocurilor din angrenaje sau efectele de întîrzieri, care ar introduce erori însemnate în măsurări din cauza armonicilor pe care le produc.

Măsurările în sistemele cu ciclu deschis

Caracteristicile unui sistem cu ciclu deschis se pot determina în două moduri, fie determinîndu-se printr-o singură măsurare mărimile

E și C, obținîndu-se astfel deodată caracteristicile întregului sistem, fie determinîndu-se în parte caracteristicile diverselor elemente componente și apoi din combinarea acestora obținîndu-se cele ale întregului sistem. În general, mult mai folosită este cea de a doua metodă, întrucît prima prezintă dificultăți de aplicare din cauza unei foarte mari diferențe datorită amplificărilor din sistem. În plus, pentru o parte din elementele componente, se pot calcula cu o suficientă exactitate funcțiile de răspuns la frecvență, cum este de pildă cazul rețelelor electrice corectoare formate din rezistențe și capacități, astfel încît măsurările sînt necesare numai pentru determinarea caracteristicilor celorlalte elemente mai complicate (amplidine, motoare electrice, sisteme hidraulice, etc.). În aceste cazuri mai complicate, măsurările permit determinarea unor parametri, care nu pot fi predeterminați prin calcul.

Pentru determinarea acestor caracteristici, se pot folosi, în principiu, fie măsurările în regim tranzitoriu, prin aplicarea unui semnal funcție-treaptă elementului considerat, fie măsurările în regim permanent sinusoidal. În practică însă, prima metodă are un cîmp de aplicabilitate mai restrîns, fiind adecuată doar pentru sistemele sau elementele mai simple (care conțin cel mult două rezervoare de energie, adică care pot fi descrise prin ecuații diferențiale de cel mult ordinul doi, prezentînd deci cel mult două constante de timp) Pentru sistemele sau elementele mai complexe, determinarea parametrilor respectivi cu ajutorul măsurărilor în regim tranzitoriu devine extrem de dificilă, astfel încît în asemenea cazuri metoda măsurării în regim permanent sinusoidal prezintă o netă preferință de aplicare.

Metoda răspunsului tranzitoriu. Această metodă de măsurare este avantajoasă în cazul sistemelor sau elementelor avînd cel mult două constante de timp, necesitînd un aparataj mai redus decît metoda de măsurare în regimul permanent sinusoidal și fiind mai simplă de manipulat.

Din cauza marei diversități de elemente care trebuiesc măsurate, nu se pot formula aparate și nici procedee de măsurare standard. În fiecare caz în parte trebuiesc căutate instrumentele și procedeele de măsurare cele mai adecuate.

În principiu, la intrarea sistemului sau elementului care se consideră se aplică un semnal funcție-treaptă (fig. 3-a), sub forma unei mărimi de o natură fizică corespunzătoare, iar mărimea de ieșire respectivă se înregistrează cu un dispozitiv corespunzător. De cele mai multe ori se preferă ca această înregistrare să se facă sub forma unei înregistrări electrice, folosindu-se în acest caz drept dispozitiv de înregistrare un oscilograf catodic. În cazul în care mărimea de ieșire nu este de natură electrică, se introduce un traductor, avîndu-se grijă ca în acest fel să nu se modifice însă modul de variație al acestei mărimi în timp.

Se poate obține în același timp pe ecranul oscilografului și variația semnalului de intrare (funcție-treaptă), introducîndu-se și un comutator electronic. Schema principială de măsurare capătă în acest fel aspectul din fig. 6, în care s-au figurat și 2 traductori, pentru mărimile de la intrare și de la ieșire, în cazul în care acestea nu ar fi de natură electrică.

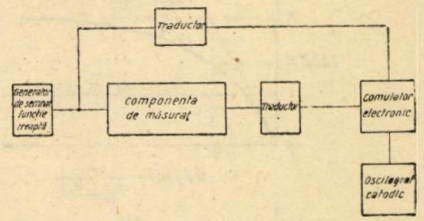


Fig. 6. Schema principială de măsură în metoda răspunsului tranzitoriu.

Astfel de pildă, în cazul măsurării caracteristicilor unui motor electric, se aplică acestuia de la un generator special o tensiune electrică funcție-treaptă, excitația motorului fiind menținută constantă, iar pentru înregistrarea mărimii de ieșire (turației), se folosește drept traductor un generator tachimetric, care furnizează o tensiune electrică proporțională cu turația motorului.

După înregistrarea mărimii de la ieșirea componentei măsurate, se compară forma de variație a acesteia cu răspunsurile tipice cunoscute la o funcție-treaptă a diverselor elemente simple sau grupuri de elemente. Din identificarea răspunsului obținut experimental cu un astfel de răspuns tipic, se obține atît forma funcției de răspuns la frecvență a componentei studiate, cît și valorile corespunzătoare ale parametrilor. În fig. 7 se reprezintă cîteva răspunsuri tipice la o funcție-treaptă, pentru elemente cu una sau două constante de timp, cărora le corespund funcții de răspuns la frecvență avînd la numitor respectiv un polinom de gradul I sau II. Aceste răspunsuri tranzitorii au fost calculate prin rezolvarea ecuațiilor diferențiale corespunzătoare.

În aceiași figură se indică expresiile respective ale funcțiilor de răspuns la frecvență precum și funcțiile caracteristice care trebuiesc considerate din măsurări, pentru determinarea valorilor parametrilor. În cazul răspunsului oscilator *e*), trebuie să se considere valoarea depășirii maxime a răspunsului și valoarea T, din care se deduc apoi prin calcule valorile lui ξ și T. În cazurile *f*) și *g*) trebuiesc considerate în parte efectele celor 2 constante de timp T_1 și T_2, corespunzînd la diferite porțiuni ale curbei răspunsului.

În ceea ce privește determinarea factorului de amplificare K, este suficientă o simplă măsurare în regim permanent, aplicîndu-se la intrare un semnal de valoare constantă, la care se raportează apoi valoarea constantă care se obține pentru răspunsul respectiv.

În efectuarea măsurărilor în regim tranzitoriu, intervin o serie de dificultăţi de ordin practic.

Astfel, în primul rînd semnalul care se aplică nu este în realitate riguros o funcţie treaptă de tipul din fig. 3—a, ci necesită pentru creşterea de la valoarea *0* la valoarea constantă bună. În al doilea rînd, impedanţele prezentate de sursa de semnal şi de dispozitivul de măsurare pot modifica forma răspunsului. În astfel de cazuri, trebuiesc efectuate corecţiile corespunzătoare, ţinîndu-se seama de valorile acestor impedanţe.

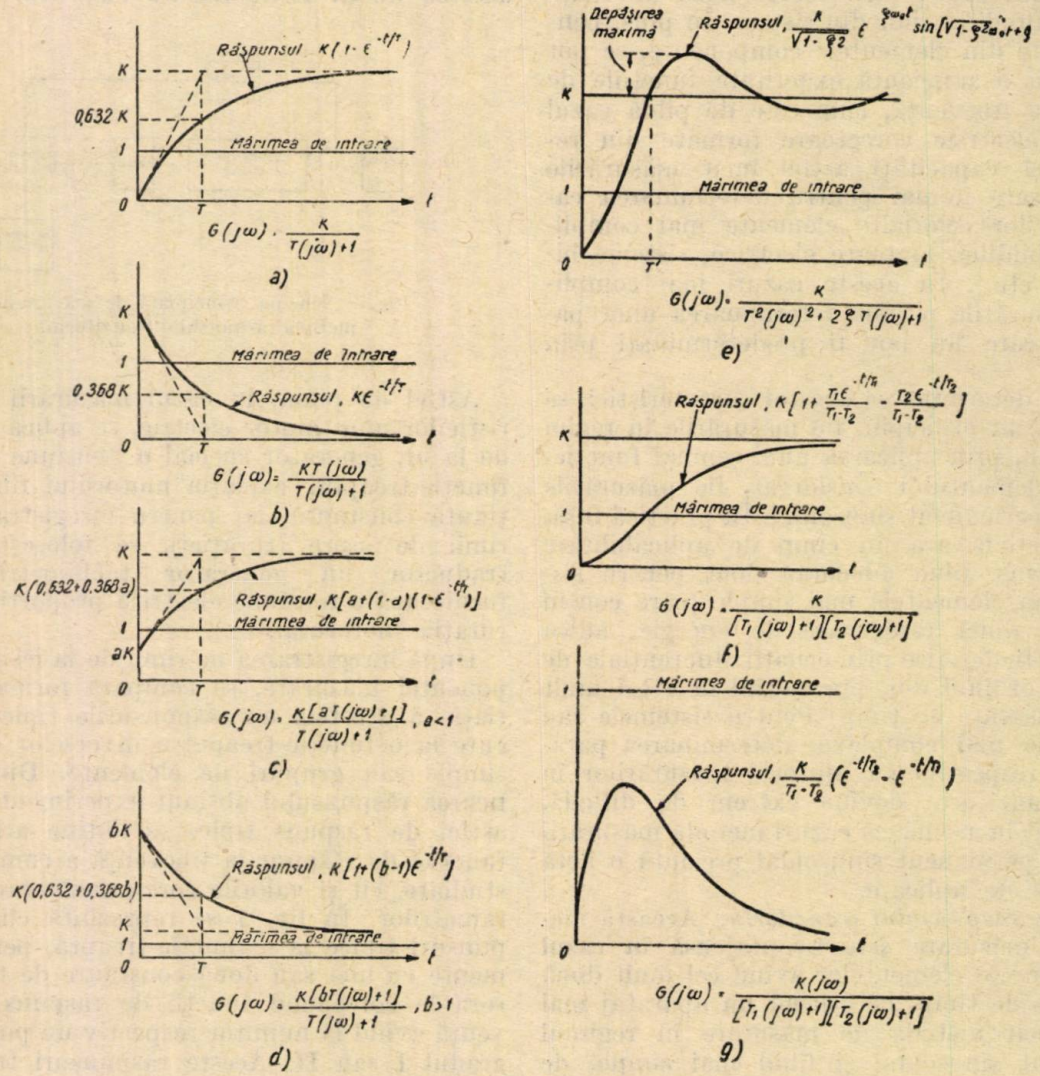


Fig. 7. Răspunsuri tranzitorii la o funcţie-treaptă pentru sisteme cu una sau două constante de timp.

K un timp finit, apropiindu-se ca formă de o exponenţială crescătoare (fig. 8).

Cu toate acestea, dacă timpul de creştere al semnalului care se aplică este mic faţă de

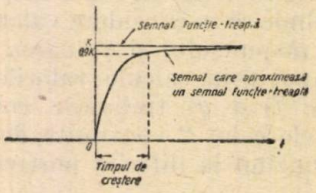


Fig. 8. Aproximarea unui semnal funcţie-treaptă printr-un semnal de formă exponenţială.

valorile constantelor de timp ale sistemului, aproximarea semnalului funcţie-treaptă prin semnalul de forma exponenţială este foarte

Metoda răspunsului permanent sinusoidal. Această metodă este în general aplicabilă, atît la sistemele cu una sau două constante de timp, cît şi la cele cu mai multe constante de timp. Avantajele metodei faţă de măsurările în regim tranzitoriu apar însă în cazul sistemelor mai complexe. Se caută ca măsurările să se efectueze pentru mărimi de natură electrică, introducîndu-se în acest scop traductori, acolo unde sînt necesari. Metoda de măsurare constă în introducerea unui semnal sinusoidal la intrarea componentei de măsurat şi în înregistrarea semnalului respectiv sinusoidal care se obţine la ieşire (în ipoteza unui regim perfect liniar).

Pentru efectuarea acestor măsurări, se poate utiliza o schemă bloc de principiu asemănătoare cu aceia din fig. 6, în care însă generatorul de semnal funcţie-treaptă se înlocuieşte cu un

generator de semnal sinusoidal de frecvență joasă variabilă. Pe ecranul osciloscopului se obține forma de undă a semnalului de la intrare și a celui de la ieșire. Din această imagine se poate determina, pentru frecvența semnalului sinusoidal aplicat, atenuarea sau amplificarea introdusă de componența măsurată, raportîndu-se amplitudinea semnalului de ieșire la amplitudinea semnalului de intrare, și defazajul introdus, care se citește direct de pe ecranul osciloscopului, obținîndu-se așa dar modulul și faza funcției de răspuns la frecvență a componentei considerate, pentru funcția respectivă. Variindu-se apoi frecvența semnalului sinusoidal, se trasează variația modulului și fazei în funcție de frecvență.

Aceste determinări pot fi făcute și prin alte metode, obținîndu-se o precizie mai mare. Astfel, amplitudinele semnalelor de intrare și ieșire pot fi măsurate fiecare în parte cu ajutorul instrumentelor de măsurat adecuate, iar defazajul respectiv se poate determina folosindu-se metodele de măsurat cunoscute (metoda figurilor Lissajous, metode de opoziție, sau cu ajutorul fazmetrelor cu citire directă). Astfel de procedee sînt cu atît mai recomandabile, cu cît la frecvențe foarte joase utilizarea osciloscopului catodic introduce erori destul de însemnate, mai ales în privința măsurării defazajului.

În urma efectuării acestor măsurări, se reprezintă variația modulului funcției de răspuns la frecvență în funcție de frecvență, la o scară logaritmică, precum și variația argumentului acestei funcții în grade, în funcție de frecvență la o scară logaritmică.

Din curba de variație a modulului în funcția de frecvență se poate deduce caracterizarea matematică a componentei măsurate, adică expresia funcției de răspuns la frecvență, precum și valorile parametrilor respectivi, în cazul în care componenta respectivă este cu defazarea minimă (ceea ce se deduce din modul de variație al fazei).

Măsurările în sistemele cu ciclu închis. Măsurările care se efectuează în sistemele cu ciclu închis servesc pentru verificarea experimentală a calculelor analitice de proiectare și pentru verificarea îndeplinirii cerințelor de funcționare obișnuită. Pentru efectuarea acestor măsurări poate fi folosită metoda răspunsului tranzitoriu, sau metoda răspunsului sinusoidal, prima avînd avatajul că este mai simplă de efectuat și necesită un aparataj mai redus. Drept aparate de măsurat se pot folosi tot acelea utilizate și în măsurările sistemelor cu cilcu deschis. Efectuarea măsurărilor în regim tranzitoriu sau în regim sinusoidal depinde atît de utilajul experimental avut la dispoziție, cît și de performanțele care trebuiesc verificate experimental.

În măsurările din regimul tranzitoriu interesează în special valorile depășirii maxime și a timpului de răspuns (timpul după care diferența dintre mărimea comandată și mărimea de referință este mai mică de 2 % din mărimea de referință), iar în măsurările din regimul sinusoidal interesează în special valorile lărgimii de bandă a sistemului și a vîrfului de amplificare al curbei de variație a modulului funcției de răspuns la frecvență a sistemului cu cilcu închis.

Aceste mărimi sînt indicate în fig. 9 care reprezintă curbe caracteristice tipice ale unui sistem de reglare.

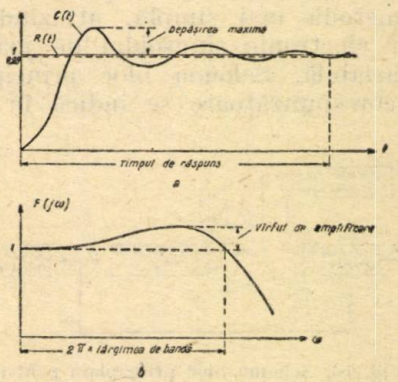


Fig. 9. Curbe caracteristice tipice ale unui sistem de reglare :
a) curba răspunsului tranzitoriu la o funcție-treaptă
b) curba răspunsului sinusoidal

Metoda răspunsului tranzitoriu. În acest caz se aplică la intrarea sistemului, drept mărime de referință, una din formele tipice din fig. 3. Acest lucru se realizează în modul cel mai simplu prin întreruperea buclei sistemului închis într-un anume punct, ajustarea mărimii de referință la valoarea constantă care interesează și apoi prin închiderea buclei. Se obține în acest fel răspunsul tranzitoriu dorit, prin înregistrarea mărimii comandate din momentul închiderii buclei. Ajustarea mărimii de referință la valoarea dorită trebuie să se facă cu bucla întreruptă pentru ca în acest timp să nu se influențeze asupra mărimii comandate.

În aplicarea acestui procedeu de măsurare, trebuiesc luate unele precauții în ceea ce privește modul de întrerupere al buclei. Locul de întrerupere trebuie astfel ales, încît pe de o parte elementele din sistem situate între acesta și ieșire, să nu poată avea nici o influență asupra mărimii comandate în tot timpul cît bucla este întreruptă, iar pe de altă parte aceste elemente să nu aibă nici o influență suplimentară (provenită din înmagazinare de energie înainte de întrerupere), asupra mărimii comandate după închiderea buclei.

Metoda răspunsului permanent sinusoidal. În măsurările din regimul sinusoidal interesează să se determine în special caracteristicile a trei funcții de răspuns la frecvență și anume ale funcțiilor :

$$F(j\omega) = \frac{C(j\omega)}{R(j\omega)}, \quad \frac{1}{1 + G(j\omega)} = \frac{E(j\omega)}{R(j\omega)} \text{ și } T(j\omega) = \frac{E(j\omega)}{U(j\omega)}$$

(curbele de variație ale modulului și fazei în funcție de frecvență).

Determinarea caracteristicilor funcției $F(j\omega) = \frac{C(j\omega)}{R(j\omega)}$.

Un prim procedeu pentru o astfel de determinare constă în aplicarea unui semnal sinusoidal drept mărime de referință, de frecvență variabilă și de natură fizică corespunzătoare și în înregistrarea mărimii comandate corespunzătoare. Apoi se deduc caracteristicile de modul și de fază dorite. Se poate folosi însă o altă metodă mai simplă, utilizîndu-se un generator electronic sinusoidal de joasă frecvență variabilă. Schema bloc principială de măsură corespunzătoare se indică în fig. 10.

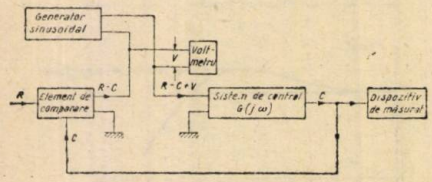


Fig. 10. Schema bloc principială pentru măsurarea caracteristicilor $(j\omega) = \frac{C(j\omega)}{R(j\omega)}$

În această schemă se indică introducerea generatorului sinusoidal între elementul de comparare și sistemul de control. Tensiunea electrică V corespunzătoare se însumează cu mărimea de eroare $E = R - C$, astfel încît la intrarea sistemului de control se aplică tensiunea $E + V = R - C + V$. Între mărimea comandată de la ieșirea sistemului de control și mărimea de la intrarea sa există relația

$$C = G(R - C + V) \qquad (10)$$

În cazul în care mărimea de referință se menține la valoarea zero, $R = 0$, se obține:

$$C = G(-C + V) \qquad (10')$$

de unde se deduce

$$\frac{C}{V} = \frac{G}{1+G} = F \qquad (11)$$

Așa dar procedeul de măsurare constă în măsurarea mărimilor C și V, mărimea de referință fiind menținută la valoarea zero, iar din raportul între C și V se deduce funcția de răspuns la frecvență a sistemului cu ciclu închis.

În efectuarea acestei măsurări trebuie să se asigure ca impedanța de intrare a sistemului de control să fie mare față de impedanța de ieșire a generatorului sinusoidal, astfel ca între elemente să nu existe nici o interacțiune.

Determinarea caracteristicilor funcției $\frac{1}{1+G(j\omega)} = \frac{E(j\omega)}{R(j\omega)}$.

O metodă de determinare directă constă în aplicarea unei mărimi de referință sinusoidală și în citirea valorilor mărimilor R și E cu instrumente de măsurat adecuate. Se poate folosi însă și schema de măsurare indicată în fig. 10, în care se înregistrează însă mărimile V și $V - C$. Cea de a doua mărime se măsoară la intrarea sistemului de control, în cazul în care mărimea de referință R se menține egală cu zero. În acest caz din ec (11) se deduce:

$$\frac{V-C}{V} = \frac{1}{1+G} = \frac{E}{R} \qquad (12)$$

Așa dar, procedeul de măsurare constă în măsurarea mărimilor $V - C$ și V, mărimea de referință fiind menținută la zero, și în raportarea acestor două mărimi.

Procedeul de măsurare este foarte bun pentru frecvențele mai înalte, la care semnalul $V - C$ este destul de mare față de tensiunile de sgomot. La frecvențele mai joase, la care aceste tensiuni devin comparabile cu tensiunea $V - C$, pentru sistemele cu amplificare mare, trebuie să se mărească amplitudinea tensiunii V, mărindu-se în acest fel amplitudinea semnalului $V - C$.

Determinarea caracteristicilor funcției $T(j\omega) = \frac{E(j\omega)}{U(j\omega)}$

Determinarea acestor caracteristici este foarte importantă, deoarece în aplicații, sistemele de reglare sînt supuse la pertubații aplicate la ieșire. Astfel de pildă, sistemele de reglare folosite în mașinile unelte suferă perturbații la ieșire datorită cuplurilor de sarcină provocate de modificări în conturul piesei și în viteza de tăiere.

Pentru a se măsura eroarea produsă de o perturbație aplicată la ieșire, este necesar să se stabilească o modalitate pentru aplicarea perturbației, fie sub forma electrică, fie mecanică, după care eroarea corespunzătoare se măsoară într-un mod adecuat.

Pentru efectuarea unor astfel de măsurări se poate folosi schema principială indicată în fig. 11.

Cuplul de sarcină care reprezintă perturbația de la ieșire se aplică printr-un motor, cu excitație constantă, care este alimentat de către o amplidină. În locul amplidinei se poate folosi un alt fel de generator, care să aibă un răspuns rapid în timp. Amplidina este la rîndul ei excitată de către un generator de undă sinusoidală, care imprimă tipul de perturbație dorit.

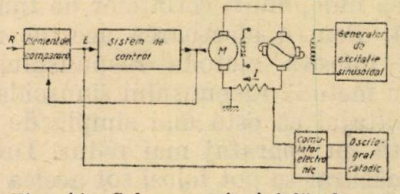


Fig. 11. Schema principială de măsurare caracteristicii E/U.

Măsurarea cuplului se sarcină perturbator imprimat de motor se face prin intermediul tensiunii electrice produsă pe o rezistență de către curentul de sarcină al motorului. Atît această tensiune, cît și tensiunea de eroare sînt măsurate simultan pe un oscilograf catodic, cu ajutorul unui comutator electronic.

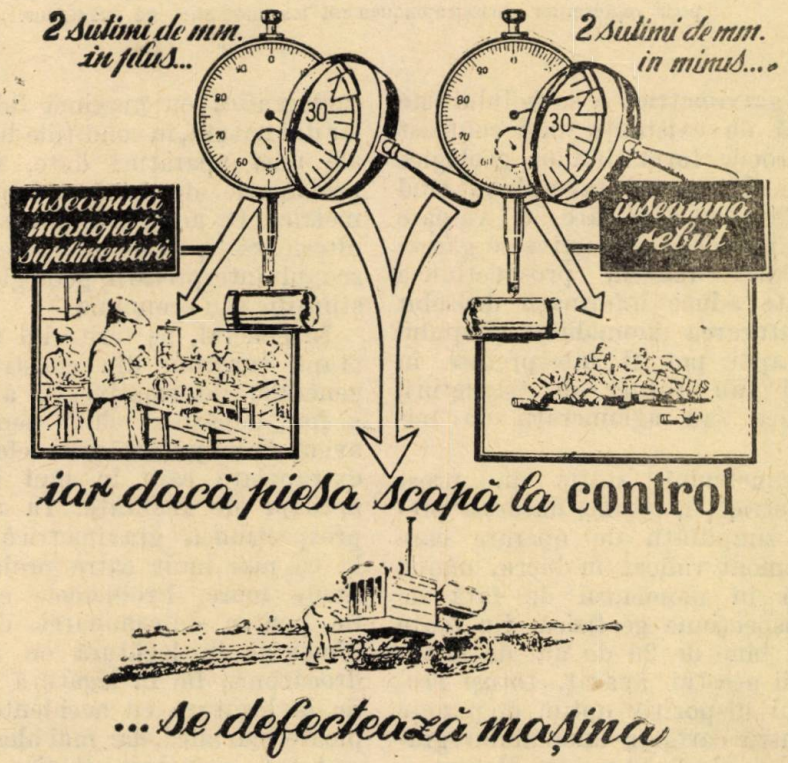
În acest fel se obțin caracteristicile funcției de răspuns la frecvență $T\ (j\omega) = \frac{E(j\omega)}{U(j\omega)}$.

Concluzii finale. Din cele expuse în cadrul articolului se desprinde deosebita importanță a măsurărilor în proiectarea sistemelor de reglare automată, atît pentru determinarea caracteristicilor unor elemente, cît și pentru verificarea calculelor de proiectare. Se poate deci conchide că etapa de măsurare constituie o etapă obligatorie în orice proiectare a unui sistem de reglare, fiind menită să asigure în fond deplina valabilitate a proiectului respectiv.

Pentru efectuarea acestor măsurări, se poate folosi fie răspunsul tranzitoriu, fie cel sinusoidal. Primul mod de măsurare, prezintă avantajul că necesită un aparataj mai redus și o procedură de măsurare mai simplă. Această metodă poate fi folosită și în cazuri mai complicate chiar și acele unde s-ar părea că metoda răspunsului sinusoidal s-ar impune cu precădere, prin utilizarea relațiilor analitice existente între aceste două tipuri de răspunsuri, deducîndu-se răspunsul sinusoidal al sistemului care interesează, din răspunsul tranzitoriu măsurat.

BIBLIOGRAFIE

1. *G. S. Brown, D. O. Campbell.* Principles of Servomechanisms, New-York 1948.
2. *J. G. Truxal.* Feedback Control System Synthesis, New-York 1955.
3. *H. Chestnut, R. Mayer.* Servomechanisms and Regulating System Desing, vol. II, New-York 1955.
4. *Gh. Eliade.* Aparatele de măsurat în automatizare, Metrologia Aplicată, nr. 12, 1955.
5. *Chr. Vazaca* și *Gh. Ianculescu.* Principii fundamentale în proiectarea servomecanismelor, partea I, Electrotehnica, nr. 10, 1955.



BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1848

Considerații asupra alegerii dispozitivului pe puncte de măsurare pentru cartarea anomaliilor gravității

RADU BOTEZATU

В настоящей статье автор считает, что картографическое изображение с предельной точностью гравитационных аномалий, находится в зависимости от трех важных моментов при рассмотрении вопроса выбора наилучшего датчика точечного измерения:

— Тип датчика точечного измерения,
— Равное расстояние между измеряемыми точками,
— Оперативный допуск для данной аппаратуры.

Для вышеизложенных показателей установлене несколько графиков, приводящих к количественным критериям, при помощи которых представляется возможность в отдельных случаях установить наиболее подходящий датчик точечного измерения при картировании гравитационной аномалии.

★

La fidèle représentation cartographique des anomalies de pesanteur est, en ce qui concerne le choix du meilleur emplacement des stations de mesure, conditionée par trois éléments importants, et notament:

— l'emplacement des stations de mesure;
— l'équidistance entre les station de mesure;
— l'écart opérativement admissible pour un certain ensemble d'instruments.

L'auteur établit quelques graphiques pour ces éléments, conduisant aux critères cantitatifs qui peuvent servir à établir, suivant le cas, l'ensimble des stations le plus indiqué pour représenter cartographiquement les anomalies de pesanteur.

Prospecțiunea gravimetrică a subsolului este condiționată de existența unui contrast de densitate în rocile formațiunilor geologice care îl constituie. În cazuri favorabile, cînd acest contrast de densitate are o valoare suficient de mare iar rocile respective se găsesc la adîncime relativ redusă, prospecțiunea gravimetrică poate aduce informații deosebit de utile prin conturarea anomaliilor cîmpului gravității, care apoi pot fi interpretate în termeni geologici sub formă de structuri, accidente tectonice sau aglomerații de minerale utile.

Folosirea gravimetrului static în prospecțiunea gravimetrică, a permis datorită preciziei, vitezei și simplității de operare care asigură un randament ridicat în lucru, marea dezvoltare atinsă în momentul de față de acest gen de prospecțiune geofizică. Cu toate că au trecut mai bine de 20 de ani de la începuturile folosirii acestui aparat, totuși problema alegerii unui dispozitiv optim de puncte de măsurare pentru cartarea anomaliilor gravității este încă deschisă. Această alegere a fost în general lăsată la aprecierea fiecărui cercetător și din acest motiv reprezentarea cartografică a anomaliilor gravității se face încă cu grade diferite de precizie, adeseori necorespunzătoare și care variază uneori chiar în interiorul unei aceleiași anomalii conturate local.

Cartarea anomaliilor gravității în condițiuni optime, înțelegînd prin aceasta reprezentarea cartografică cu maximă fidelitate a anomaliilor din natură, în condițiile limitative de precizie ale unei aparaturi date, reprezintă una din problemele de bază ale prospecțiunii gravimetrice. De aceasta depinde întreaga exploatare ulterioară a acestui material informativ în scopul interpretării geologice cu caracter pur științific sau economic.

În general, pe teritoriul țării noastre, prima etapă constînd din construirea unei imagini generale, informative, a anomaliei gravității, a fost depășită; chiar pentru zonele în care avem date puține sau deloc, se poate face o extrapolare care în linii mari să fie relativ aproape de realitate. În momentul de față, prospecțiunea gravimetrică evoluiază din ce în ce mai mult către probleme locale și de finețe mare. Problemele care se pun acum, fie pentru determinarea de structuri în sedimentar în legătură cu zăcămintele de hidrocarburi, fie în legătură cu masive de sare, fie în legătură cu accidente tectonice de amploare mai mică, dar mai ales acelea care privesc sectorul economico-minier în legătură cu zăcămintele de minereuri, pun cu totul alte condiții și necesită un stil cu totul nou de rezolvare. Datorită acestor probleme din ce în ce mai restrînse în suprafață și care necesită o determinare de mare precizie a repartiției anomaliei gravității, prospecțiunile gravimetrice au devenit din ce în ce mai detaliate și în mod fatal s-a ajuns la repartiții cît mai uniforme de puncte de măsurare pe suprafața

cartată, indiferent dacă au fost sau nu folosite rețele geometrice de puncte.

Pe de altă parte, metodele moderne de prelucrare a anomaliilor gravității, în vederea unei mai bune interpretări geologice, cum ar fi determinarea gradienților verticali de ordin superior, continuarea analitică a cîmpului anomal sau separări de cîmpuri, etc. impun aplicarea acestora pe baza unei imagini a anomaliei gravității de mare precizie. Buna funcționare a acestor procedee este condiționată de o precizie ridicată a datelor de bază, fără de care aceste mărimi sînt insuficient de precis calculate, iar rezultatele obținute sînt neinterpretabile sau determină chiar interpretări eronate. În felul acesta sîntem conduși fie la concluzii greșite în ceea ce privește valabilitatea acestor metode, fie la concluzii geologice greșite. Cum în momentul de față pentru multe din probleme nu ne putem dispensa de aceste metode care ne conduc la mărimi gravimetrice mai expresive decît cîmpul gravității, este evident că cartarea cît mai precisă a anomaliilor gravității se impune ca o necesitate.

După cum se știe, anomalia cîmpului gravității într-un punct oarecare este rezultatul a două mărimi complet distincte și anume :

— mărimea măsurată a cîmpului gravității, care reprezintă o realitate fizică și poate fi cunoscută cu precizie în limitele unor erori definite pentru o aparatură dată ;

— suma unor mărimi care exprimă valoarea unor anumite reduceri de efecte transpuse în valori de cîmp a gravității. Aceste reduceri, care urmăresc a aduce la aceiași bază de comparație valorile măsurate a cîmpului gravității în diferite puncte cu condiții de altitudine, latitudine și relief înconjurător diferite, sînt fundamentate pe o ipoteză simplificatoare stabilită prin geometrizarea mai mult sau mai puțin simplistă a cauzei efectului respectiv. Prin aceasta, ele imprimă valorii finale a anomaliei gravității un caracter relativ și discutabil, transformînd o realitate fizică într-o mărime convențională.

Desigur, nu trebuie înțeles prin aceasta un convenționalism aberat. Anomalia gravității reflectă cu atît mai fidel efectul distribuției de masă din pătura superioară a litosferei cu cît ipotezele pe care se fundamentează aceste reduceri sînt mai aproape de condițiile reale pe care le oferă regiunea pe care o cartăm. În orice situație însă, valoarea anomaliei gravității rămîne cu un caracter convențional și nu putem și nici nu trebuie să avem pretenția de a furniza imagini de anomalie cantitative în sensul strict ; ele vor păstra caracterul calitativ sau convențional, efortul trebuie însă depus în sensul de a realiza acest convențional, ca să spunem așa, „în imediata vecinătate a realității".

Dată fiind complexitatea acestei probleme, atît datorită diversității anomaliilor gravității cît și condițiunilor geomorfologice în care acestea apar, nu este surprinzător că în literatura de specialitate nu sînt formulate principii rigide și că în general cartarea anomaliilor gravității, atît în ceeace privește alegerea unui dispozitiv de puncte de măsurare cît și în ceeace privește aplicarea reducerilor, este lăsată în bună parte la aprecierea cercetătorului, pentru a acomoda principiile generale fiecărui caz în parte. Rezolvarea acestei probleme nu este însă arbitrară și practica dă o experiență pe baza căreia rezultatele obținute sînt în general valabile pentru o interpretare geologică.

* * *

Problema pe care ne-am propus să o tratăm în acest articol și anume alegerea unui dispozitiv optim de puncte de măsurare pentru a obține o reprezentare cît mai fidelă a anomaliilor gravității, ne apare la o analiză mai atentă ca fiind funcție de trei elemente importante și anume :

— Tipul de dispozitiv de puncte de măsurare.

— Echidistanța între punctele de măsurare.

— Toleranța admisibilă operativă pentru o aparatură dată.

În cele ce urmează vom considera pe rînd pe fiecare în parte.

1. Tipul de dispozitiv de puncte de măsurare

Cartarea gravimetrică a unei anomalii poate fi făcută cu ajutorul unui dispozitiv de puncte de măsurare care ocupă vîrfurile unei rețele geometrice regulate (de pătrate sau de triunghiuri echilaterale), sau cu ajutorul unui dispozitiv de puncte realizat prin îndesirea unei rețele de profile care final să conducă la o repartiție de puncte aproape uniformă în suprafață. Pînă în ultima vreme au fost folosite numai accidental rețelele geometrice, sistemul general de lucru, aproape cu exclusivitate, fiind acela al rețelei de profile. Tendința a fost însă în majoritatea cazurilor de a acoperi cît mai uniform suprafața de cartat cu puncte de măsurare.

În cele ce urmează noi vom raționa numai asupra rețelelor geometrice, de pătrate sau de triunghiuri echilaterale, cazul general al unei rețele oarecare fiind prea dificil pentru acesta neavînd deocamdată altă posibilitate decît extrapolarea datelor obținute pentru rețelele geometrice.

Se poate considera, și acest lucru a fost înregistrat în literatura de specialitate *), că „*o valoare a cîmpului gravității măsurată într-un anumit punct trebuie să fie luată ca reprezentativă a gravității medii pe o suprafață mai mare extinsă pînă la jumătatea distanței către punctele învecinate*". Dacă adoptăm această concepție, și noi facem acest lucru, este evident că avem cazul cel mai avantajos atunci cînd suprafețele pentru care

*) *R. A. Hirvonen* : „The gravimetric method for determinat on of the form of the geoid", Tellus, vol. 6, nr. 1 February, 1954.

considerăm valoarea medie sînt egale între ele şi sînt de formă circulară.

În cazul cînd considerăm că valorile medii din punctele de măsurare exprimă media valorilor gravităţii din interiorul unui cerc, care poate fi exprimată matematic prin relaţia :

$$g\,(0,0) = \frac{1}{\pi R^2} \int_0^R \int_0^{2\pi} g\,(r,\alpha)\, r\, dr\, d\alpha$$

(în care $g(0,0)$ indică valoarea medie în punctul considerat, R raza cercului în interiorul căruia se face media şi $g(r,\alpha)$ valoarea într-un punct curent în interiorul cercului, de coordonate r şi α), este evident că va trebui să alegem un astfel de dispozitiv pentruca cercurile tangente între ele să ocupe cît mai

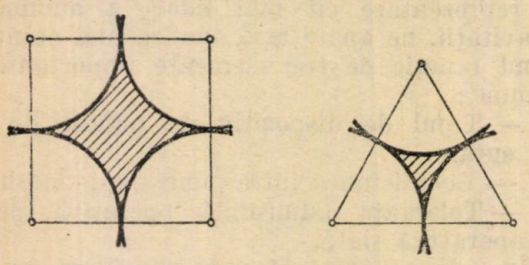


Fig. 1

mult suprafaţa de cartat, spaţiile nereprezentative în valorile mediilor fiind minime.

În cele ce urmează vom arăta cum se prezintă situaţia din acest punct de vedere pentru reţelele de pătrate şi de triunghiuri echilaterale (Fig. 1).

Suprafeţele haşurate, pentru care valorile gravităţii nu sînt reprezentate în valorile medii din vîrfurile pătratului, respectiv a triunghiului echilateral, se pot exprima în funcţie de latura d a figurii respective prin relaţiile :

$$S_p = 0{,}215\, d^2 \text{ şi } S_t = 0{,}038\, d^2.$$

Reprezentînd într-o diagramă variaţia suprafeţelor S în funcţie de latura dispozitivului respectiv (Fig. 2), se observă cu uşurinţă că pentru valori a laturii reţelei mai mici de cca 500 m., suprafeţele nereprezentative sînt foarte mici în valoare şi comparabile pentru ambele tipuri de reţele. Peste valoarea laturii de cca. 500 m., mărimea acestor suprafeţe începe să crească rapid şi curbele care reprezintă variaţia lor se despart, cu o tendinţă de ascendenţă destul de mare pentru reţeaua de triunghiuri echilaterale şi foarte mare pentru reţeaua de pătrate.

Dacă adoptăm ca un criteriu această diagramă, atunci este evident că valoarea de 500 m. s-ar impune ca o limită superioară pentru latura dispozitivelor regulate de puncte, în special pentru reţelele de pătrate; pentru reţeaua de triunghiuri echilaterale s-ar putea merge pînă la o latură de 1500 m. ca limită superioară. Şi prin aceasta, reţeaua de triunghiuri echilaterale apare cu avantajii mai mari faţă de reţeaua de pătrate.

Concepţia de a privi valoarea măsurată într-un punct ca reprezentativă a valorii medii a gravităţii în interiorul unei suprafeţe în jurul punctului (în cazul considerat de noi un

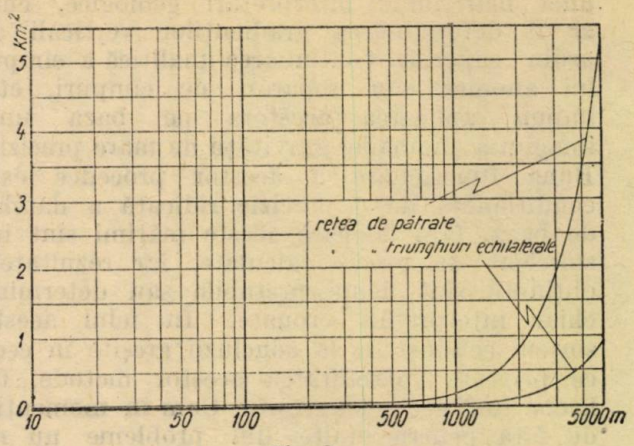


Fig. 2

cerc), apare ca necesară din faptul că este imposibil a cunoaşte valoarea gravităţii în orice punct al suprafeţii de cartat. Cu alte cuvinte, nu se poate cunoaşte analitic variaţia cîmpului gravităţii, ci trebuie să ne mulţumim cu o cunoaştere prin puncte discrete. Pe baza acestei concepţii, ne este permis a considera variaţia gravităţii, între diferitele puncte ca fiind aproximativ liniară şi de a face o interpolare justă pentru a obţine o reprezentare a variaţiei în suprafaţă, în cazul cînd raportul dintre suprafeţele reprezentative şi cele nereprezentative nu este desavantajos.

2. Echidistanţa între punctele de măsurare.

Din cele expuse mai sus a apărut deja o limită superioară pentru echidistanţa între punctele de măsurare. Este evident că limita inferioară trebuie să fie în general mică şi din acest punct de vedere, privit singular, vom obţine o imagine cu atît mai fidelă a variaţiei gravităţii, cu cît vom avea puncte de măsurare mai apropiate. Cunoaşterea variaţiei cîmpului gravităţii în suprafaţă este deci cu atît mai bună cu cît vom avea un număr de puncte discrete mai mare şi distanţele dintre ele mai mici.

Un exemplu deosebit de sugestiv în acest sens îl oferă următoarele 5 imagini diferite a anomaliei gravităţii, construite pentru aceiaşi regiune pe baza unei cartări executată cu un dispozitiv de puncte în reţea de pătrate cu echidistanţa de 100 m; pentru construirea lor s-a renunţat pe rînd la o serie de puncte de măsurare şi s-au interpolat curbele ca şi cum regiunea ar fi fost cartată succesiv în reţea de pătrate cu laturile de 1500 m (Fig.3); 1000 m (Fig. 4); 500 m (Fig. 5); 200 m (Fig. 6) şi 100 m (Fig. 7).

Se poate observa cu uşurinţă cum imaginea anomaliei cîmpului gravităţii se modifică pentru fiecare latură de reţea folosită şi

evident, odată cu aceasta, și interpretarea geologică de detaliu pe care o putem da asupra repartiției de masă din regiunea respectivă.

Dacă urmărim cu atenție aceste cinci imagini diferite ale anomaliei gravității pentru aceiași regiune, observăm că imaginile construite pe

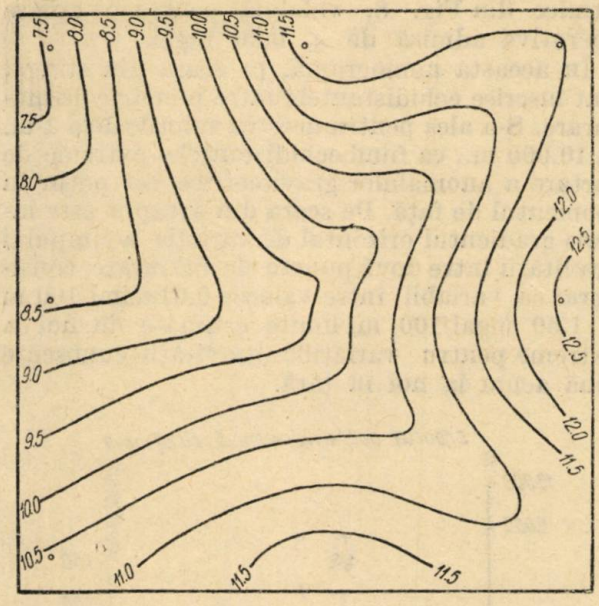


Fig. 3

baza rețelelor cu echidistanța mai mică de 500 m exprimă în linii mari, din punct de vedere geologic, aceiaș structură. Nu același lucru se întîmplă însă cu imaginile contruite pentru echidistanțele de 1000 m și 1500 m,

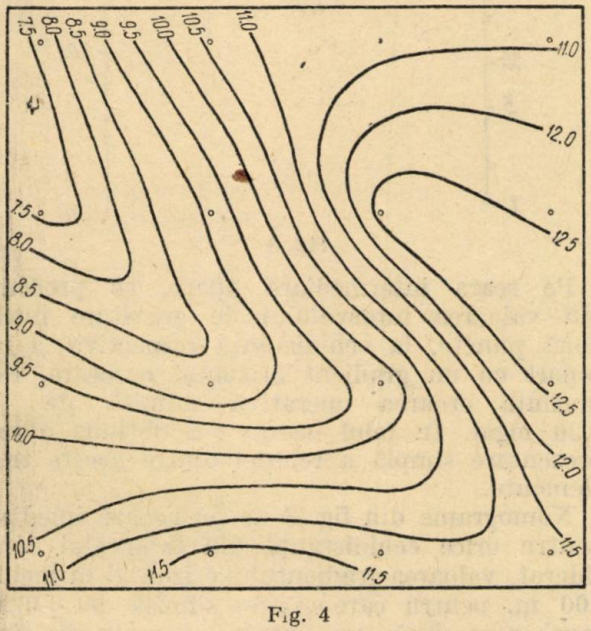


Fig. 4

pentru care cauzele geologice pot fi conturate diferit.

Deosebirile între imaginile construite pentru echidistanțele de 500,200 și 100 m apar numai în detalii. Diferențele între ultimile două imagini sînt îndeosebi foarte mici și întrebarea care se pune în mod legitim este dacă toate detaliile care apar în imaginea construită pe baza rețelei de 100 m. sînt datorite exclusiv cauzelor geologice sau dacă nu cumva, cum de altfel este probabil, unele din ele pot fi puse pe seama erorilor de măsurare.

Aceste observații arată că limita inferioară a echidistanței nu este probabil o valoare oarecare foarte mică, ci că există pentru fiecare anomalie o echidistanță minimă sub care dacă se coboară nu se mai obține nici o informație geologică în plus, în afară de detalii discutabile care complică aspectul general al imaginei anomaliei gravității. În aprecierea echidistanței minime un rol important trebuie să-l aibă și dimensiunile anomaliei de cartat și stabilirea acesteia trebuie făcută judicios în cursul perioadei experimentale care în mod obligatoriu precede orice cartare gravimetrică.

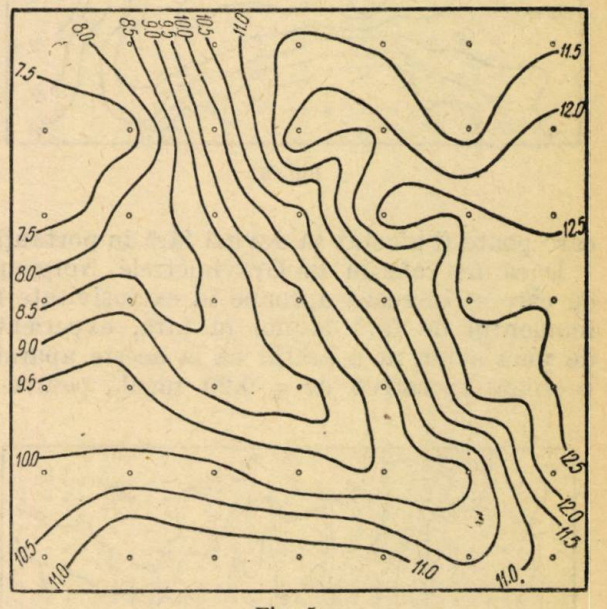


Fig. 5

În legătură cu echidistanța între punctele de măsurare, trebue arătat că ridicările gravimetrice cu echidistanțe mari, cel puțin în anumite regiuni, sînt foarte potrivite pentru determinarea anomaliilor regionale, necesare pentru separarea cîmpurilor și servesc la integrarea anomaliilor locale sau a lucrărilor cu caracter local într-un ansamblu general. Cartările de acest gen creiază însă numai cadrul în care să se integreze lucrările cu caracter economico-minier; pentru acestea din urmă sînt necesare echidistanțe mici între punctele de măsurare, impuse de fiecare anomalie în parte.

3. **Toleranța admisibilă operativă pentru o aparatură dată.** Fiecare aparat pentru măsurarea variațiilor cîmpului gravității funcționează cu o eroare operativă care este o caracteristică a lui. Este evident că în aceste

condițiuni nu ne este permis să determinăm variații a cîmpului gravității de orice mărime. Va fi necesar ca variația pe care o măsurăm, sau cu alte cuvinte intervalul de gravitate pe care îl determinăm între două puncte, să fie suficient de mare pentruca eroarea de

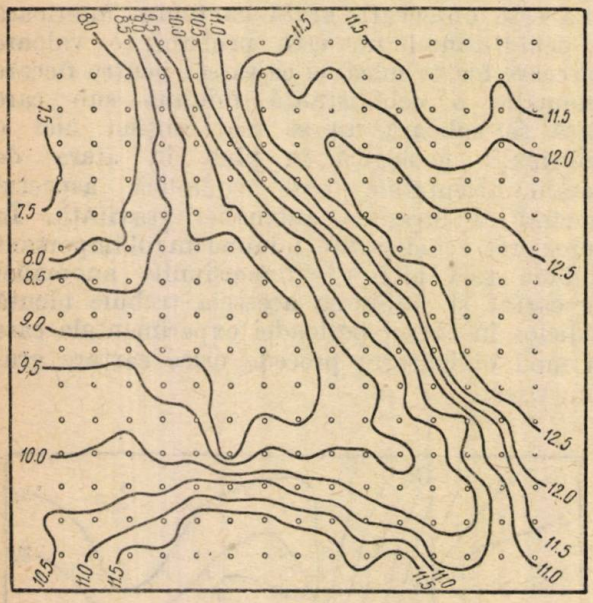


Fig. 6

care poate fi afectat să devină fără importanță.

Dacă ne referim la Gravimetrele Nörgaard cu care se lucrează aproape în exclusivitate în momentul de față la noi în țară, experiența de pînă acum ne-a arătat că la aceste aparate o eroare operativă de ± 0,20 mgal., pentru o

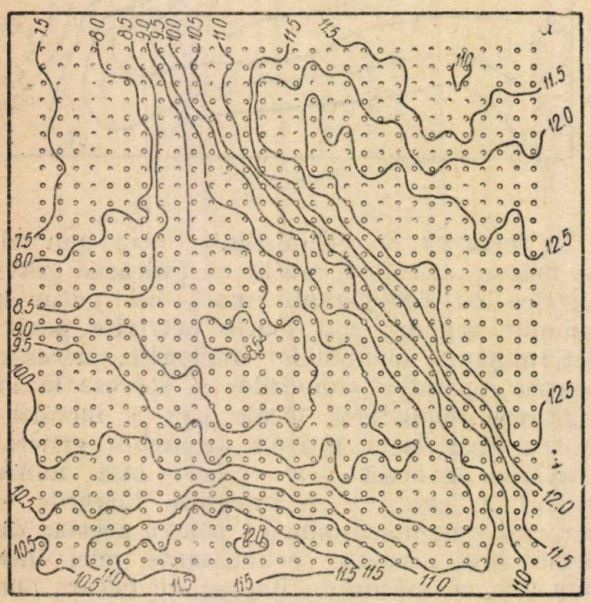


Fig. 7

cartare, poate fi considerată ca satisfăcătoare. Sub această valoare, eroarea operativă scade frecvent pentru grupe mai mari sau mai mici de puncte de măsurare, în general însă nu coboară pentru totalitatea punctelor măsurate în cuprinsul unei regiuni de cercetat.

Căutînd a găsi o relație între mărimea intervalului de gravitate de mă urat înt e două puncte și eroarea admisibilă pe care am putea-o accepta pentru ace t interval, am construit după metoda standard *, nomograma cu scări paralele logaritmice din Fig. 8, valabilă pentru o eroare operativă admisă de ± 0,20 mgal.

În această nomogramă, pe scara din stînga, sînt înscrise echidistanțele între punctele de măsurare. S-a ales pentru acestea valorile dela 1 m. la 10.000 m., ca fiind echidistanțele extreme de cartare a anomaliilor gravimetrice, cel puțin în momentul de față. Pe scara din dreapta este înscris gradientul orizontal de variație a cîmpului gravității între două puncte de măsurare, considerat ca variabil între valorile 0,01 mgal/100 m și 1,50 mgal/100 m. limite estimate de noi ca extreme pentru variațiile gravității cunoscute pînă acum la noi în țară.

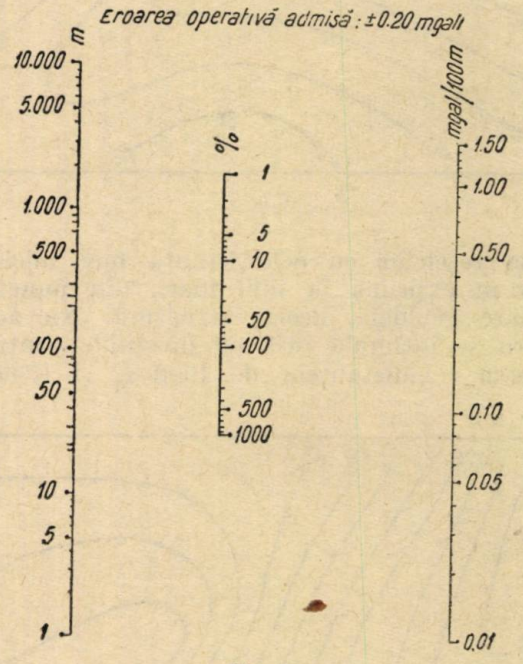


Fig. 8

Pe scara intermediară apare, ce procent din valoarea intervalului de gravitate între două puncte, la echidistanța respectivă și în raport cu un gradient orizontal oarecare, reprezintă eroarea operativă admisă de ± 0,20 mgal. În felul acesta s-a obținut o reprezentare simplă a relației dintre aceste trei elemente.

Nomograma din fig. 8 ne furnizează imediat pentru orice echidistanță din intervalul considerat, valoarea gradientului orizontal în mgal/100 m. pentru care eroarea admisă de ±0,20 mgal reprezintă un procent anumit din intervalul de gravitate la echidistanța respectivă. Sau, ne mai poate furniza, inversînd problema,

*) *M. V. Pentkovski*: „Nomograme „Bibl. Soc. de St. Mat. și Fiz. din R.P.R., Nr. 18, București, 1956. (Traducere din limba rusă).

ce procent din valoarea intervalului de gravitate reprezintă eroarea admisă de $\pm 0{,}20$ mgal, pentru o echidistanţă între punctele de măsurare şi un gradient orizontal de variaţie a cîmpului gravităţii pe 100 m, ambele cunoscute.

Iată spre exemplificare, cîteva date numerice.

— Dacă dorim să proiectăm o reţea gravimetrică într-o regiune în care gradientul orizontal mediu este de exemplu cca 0,20 mgal/100 m şi admitem ca eroarea operativă de $\pm 0{,}20$ mgal să reprezinte numai 10% din valoarea intervalului de gravitate ce trebuie măsurat, determinăm pe baza nomogramei o echidistanţă minimă între punctele de măsurare de 1000 m; pentru 20% obţinem 500 m; pentru 30% obţinem 350 m; pentru 40% obţinem 250 m; pentru 50% obţinem 200 m; pentru 60 % obţinem 180 m; pentru 70 % obţinem 150 m; pentru 80 % obţinem 120 m; pentru 90 % obţinem 110 m; pentru 100% obţinem 100 m.

— Dacă am executat o cartare gravimetrică cu echidistanţa de 200 m. între punctele de măsurare şi dacă am avut o eroare operativă de $\pm 0{,}20$ mgal, atunci pentru diferite valori a gradientului orizontal a cîmpului gravităţii putem determina din nomogramă ce procent din intervalul de gravitate reprezintă această eroare operativă. Astfel pentru acest caz, un gradient orizontal de 0,1 mgal/100 m. reprezintă un procent de 100%; un gradient de 0,2 mgal/100 m reprezintă 50%; un gradient

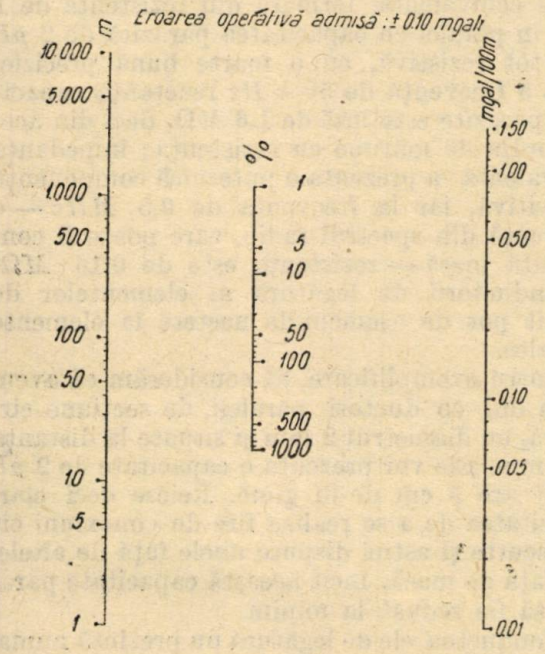


Fig. 9

de 0,3 mgal/100 m. reprezintă 33%; un gradient de 0,4 mgal/100 m reprezintă 25%; un gradient de 0,5 mgal/100 m reprezintă 20%; un gradient de 1,0 mgal/100 m reprezintă 10%; un gradient de 1,5 mgal/100 m reprezintă 6,7%.

Orice valori intermediare care ne-ar putea interesa pot fi interpolate depe nomogramă.

O a doua nomogramă a fost construită în mod identic pentru o eroare operativă admisă de $\pm$ 0,10 mgal (Fig.9) şi desigur pot fi construite şi altele pentru orice valori am admite acestei erori.

În ceeace priveşte procentul din intervalul de gravitate între două puncte care considerăm că nu trebuie depăşit de eroarea operativă admisă, acesta va fi stabilit dela caz la caz în raport cu intensitatea anomaliei de cartat şi cu precizia pe care o impune problema geologică de rezolvat.

După cum se poate vedea din cele de mai sus astfel de nomograme prezintă în mod sugestiv o relaţie cantitativă între eroarea operativă, echidistanţa între punctele de măsurare şi intervalul de gravitate dintre aceste puncte. Prin aceasta, ele pot servi atît la proiectarea mai judicioasă a cercetărilor (cu condiţiunea, bineînţeles, ca să avem informaţii gravimetrice generale în regiunea respectivă), cît şi pentru stabilirea gradului de precizie a unei cartări deja executate şi aprecierea preciziei anomaliilor pentru interpretarea geologică a lor.

* * *

Dacă privim retrospectiv chestiunea „dispozitivului optim de puncte de măsurare pentru cartarea anomaliilor gravităţii", aşa cum a apărut din cele expuse pînă acum, observăm că toate cele trei elemente de care am considerat că este funcţiune, ne-au condus final la definirea unei echidistanţe optime în condiţiuni date. Recapitulînd concluziile de pînă acum putem spune:

— În raport cu diferitele tipuri de dispozitiv, echidistanţa cea mai convenabilă pare a fi 500 m.

— Privită independent de alte considerente, o echidistanţă cît mai mică este cu atît mai convenabilă pentru cunoaşterea în detaliu a variaţiilor cîmpului gravităţii. Există totuşi pentru fiecare anomalie o echidistanţă minimă, impusă de caracteristicile acesteia, sub care dacă se coboară nu se mai obţin informaţiuni suplimentare de interes geologic.

— O aparatură dată cu o erore operativă maximă bine definită, condiţionează echidistanţa între punctele de măsurare în raport cu mărimea variaţiei cîmpului în regiunea de cartat.

Dată fiind această situaţie, desigur nu se poate scoate o concluzie unică pentru cazul general. Situaţiile trebuiesc privite dela caz la caz şi prin acomodarea acestor criterii pe care le-am prezentat (la care eventual s-ar mai putea adăoga şi altele), trebuie stabilit care ar fi dispozitivul optim ca formă şi dimensiuni cu care să cartăm gravimetric o regiune oarecare, convenabil şi din punct de vedere tehnic pentru rezolvarea eficientă a problemei cît şi din punct de vedere economic.

Linia de transmisiuni utilizată în măsurări de impedanță

GH. STANCU

В настоящей статье излагаются способы измерения импедансов в области сверх высоких частот при помощи линий связи.

Даются теоретические основы линий связи, а также способы измерения при помощи этих линий импедансов.

Указывается затем возможные погрешности, источники этих погрешностей, средства борьбы с ними.

★

L'article traite des méthodes utilisées à la mesure des impédances dans le domaine des ultra-hautes fréquences, à l'aide des lignes de transmission.

Sont exposés ensuite les bases théoriques du fonctionnement des lignes de transmission, ainsi que les méthodes qui s'en servent pour mesurer les impédances.

INTRODUCERE

Punțile pentru măsurarea impedanțelor ca și oricare alte aparate destinate măsurărilor de impedanțe, sînt constituite din elemente de circuit cu constante concentrate.

Definim element cu constante concentrate elementul de circuit electric care pe o porțiune mică a lungimii sale pune în evidență numai o rezistență, o inductanță sau o capacitate.

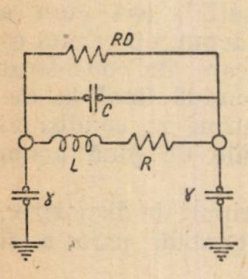


Fig. 1. Schema echivalentă a unui rezistor sau inductor real.

Definiția de mai sus a elementului de circuit este valabilă numai într-un anumit domeniu de frecvență.

Această limitare se datorește elementelor de circuit, parazite, care însoțesc un rezistor, inductor sau capacitor.

Problema elementelor parazite care intervin în radiotehnică este foarte importantă. Trebuie reținut faptul că un rezistor, inductor, capacitor sau orice element dipolar, care în joasă frecvență poate fi considerat pur, va avea la frecvență înaltă o schemă echivalentă complexă.

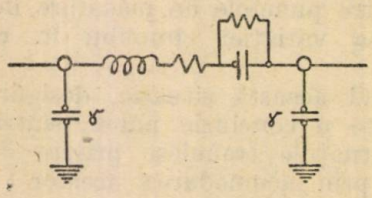


Fig. 2. Schema echivalentă a unui capacitor real.

In fig. 1 și 2 sînt reprezentate schemele echivalente a unui rezistor, inductor și capacitor real.

Capacitatea γ, este capacitatea parazită a elementului respectiv față de masă, care pentru simplificare este considerată concentrată la capetele elementului. Eroarea care se produce prin această simplificare este neglijabilă.

Un exemplu concret ne va arăta importanța acestor elemente parazite.

Pentru aceasta considerăm o rezistență de 1 MΩ care are în paralel o capacitate parazită de 2 *pF* (în fig. 1 capacitatea C).

La frecvența de 50 *Hz* reactanța capacității parazite este 1600 *MΩ*. De aici rezultă că impedanța echivalentă, formată din rezistența de 1 *MΩ* în paralel cu capacitatea parazită de 2 *pF* este tot rezistivă, cu o foarte bună precizie.

La o frecvență de 50 *k Hz* reactanța capacității parazite este însă de 1,6 *MΩ*, deci din același ordin de mărime cu rezistența; impedanța echivalentă va prezenta o puternică componentă capacitivă, iar la frecvența de 0,5 *MHz* — o frecvență din spectrul radio, care poate fi considerată joasă — rezistența este de 0,16 *MΩ*.

Conductorii de legătură ai elementelor de circuit pot de asemeni da naștere la elemente parazite.

Pentru exemplificare, să considerăm că avem acum doi conductori paraleli, de secțiune circulară, cu diametrul 2 mm și situate la distanța de 5 mm. Ele vor prezenta o capacitate de 2 *pF* pe fiecare 5 cm de lungime. Reiese deci clar, necesitatea de a se realiza fire de conexiuni cît mai scurte și astfel dispuse unele față de altele, sau față de masă, încît această capacitate parazită să fie redusă la minim.

Conductoarele de legătură nu prezintă numai o capacitate, ci și o inductanță parazită. Astfel legăturile între elementele unui circuit, cît și la aparatele de măsură din circuit, trebuiesc să fie cît mai scurte și rigide, deoarece inductanța lor este uneori comparabilă cu inductanțele din circuitul respectiv.

Astfel apariția acestor elemente parazite, într-un aparat de măsură, poate provoca schim-

barea configurației circuitului, ducînd astfel la rezultate eronate.

O problemă importantă pentru întreaga tehnică a măsurărilor radiotehnice o constituie cunoașterea și reducerea acestor elemente parazite.

Din cele expuse pînă aici, se pot vedea greutățile care apar la construirea unor aparate de măsură care să lucreze la frecvențe înalte, cu asemenea elemente de curent cu constante concentrate.

Așa cum vom arăta într-un viitor articol, s-a reușit cu astfel de elemente să se construiască circuite pentru măsurarea impedanțelor care să poată lucra la frevențe de 100 *MHz* avîndu-se în vedere compensarea elementelor parazite.

Peste această frecvență compensarea elementelor parazite este complicată și devine chiar imposibilă, cu cît frecvența crește.

Dar nu numai atît; pentru fiecare frecvență, la care se face măsurarea, sînt necesare reglaje preliminare pentru a compensa efectul elementelor parazite. Aceasta face ca măsurarea să devină incomodă și greoaie.

Din cele expuse mai sus rezultă necesitatea creierii unor astfel de sisteme de măsurare a impedanțelor, încît elementele parazite să nu conteze în măsurare. Trebuie deci găsite circuite în care elementele parazite să poată constitui chiar ele circuitul de măsurare. Aceste circuite sînt liniile de transmisiune.

* * *

Liniile de transmisiune pot fi considerate ca circuite ale căror constante nu sînt concentrate ci uniform distribuite pe toată lungimea lor.

Din această categorie de circuite fac parte: liniile de transport ale energiei electrice, liniile telefono-telegrafice, antenele, feederii pentru alimentarea antenelor etc.

Dealungul unui asemenea circuit cu constante distribuite efectul de rezistență, inductanță și capacitate sînt deopotrivă de importante.

Mărimea rezistenței, inductanței și capacității, pe unitatea de lungime, depinde de forma

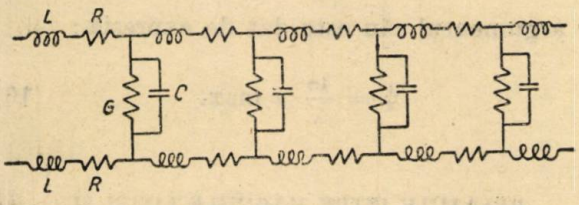


Fig. 3. Circuitul echivalent al unei linii de transmisiune.

conductorilor, de poziția lor unul față de altul precum și de poziția lor față de pămînt.

La frecvența de 50 *Hz*, pe linii de lungimi de sute de km, mărimea curentului poate fi considerată aceiași, la un moment dat, pentru faptul că efectul de inductanță și capacitate este foarte puțin simțit la această frecvență.

La frecvențe foarte înalte, la care efectele de capacitate și inductanță sînt deopotrivă de importante, curentul nu mai are aceiași mărime — pe toată lungimea liniei — la un moment dat. In această situație, pe linie se pot observa fenomene de propagare.

Liniile care au aceeași consistență pe toată lungimea lor se numesc linii uniforme. La acestea se poate defini o inductanță, o capacitate o rezistență și o conductanță pe unitate de lungime.

Ecuațiile fundamentale ale liniilor, (1) presupun că rezistența, conductanța, inductanța și capacitatea sînt uniform distribuite pe toată lungimea lor.

Tensiunile și curenții sînt variabili cu distanța la un anumit moment. De asemeni aceste mărimi sînt variabile în timp, într-un punct al liniei.

Vom considera că liniei i se aplică o tensiune sinusoidală; atunci curentul și tensiunea într-un punct al liniei se pot scrie:

$$i = Ix \cos \omega t \qquad (1)$$

$$u = Ux \cos (\omega t + \varphi)$$

care reprezintă valorile instantanee iar Ix și Ux sînt amplitudinile complexe care depind de distanța x, de la capătul de sarcină al liniei.

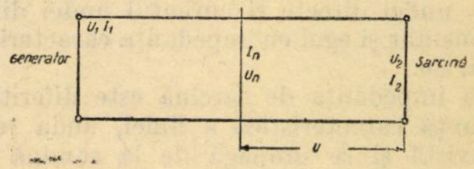


Fig. 4

Amplitudinile Ix și Ux se obțin din rezolvarea ecuațiilor telegrafiștilor, pentru cazul particular al oscilațiilor armonice în regim permanent,

Ecuațiile care dau mărimile Ix și Ux funcțiune de x, U_2 și I_2 (fig. 4) sînt:

$$Ux = U_2 \, ch\gamma x + z_0 \, I_2 \, sh\gamma x \qquad (2)$$

$$Ix = I_2 \, xh\gamma x + \frac{1}{Z_0} \, U_2 \, sh\gamma x$$

unde:

$\gamma = \sqrt{zy}$ = constanta de propagare a liniei

$Z = R + j\omega L$ = impedanța liniei pe unitate de lungime

$Y = G + jC\omega$ = admitanța liniei pe unitate de lungime

x = distanța de la capătul de sarcină pînă la punctul în care am considerat valorile curenților.

$Z_0 = \sqrt{\frac{x}{y}}$ = impedanța caracteristică a liniei.

Mărimea γ — constanta de propagare — după cum se vede, este o mărime complexă.

$$\gamma = \alpha + j \, \beta \qquad (3)$$

unde α = constanta de atenuare,
β = constanta de fază

Analizînd expresiile (2) se poate vedea că într-un punct oarecare de pe linie, tensiunea şi curentul pot fi considerate ca o sumă a doi termeni. Primul termen al expresiilor reprezintă o undă care se deplasează de la generator spre sarcină şi se numeşte undă directă sau undă incidentă iar termenul al doilea reprezintă o undă care se deplasează de la sarcină spre generator şi se numeşte undă indirectă sau undă reflectată.

Pentru măsurători este utilizată linia de transmisiune fără pierdere ($\alpha \approx 0$). In această situaţie amplitudinile Ix şi Ux nu depind decît de impedanţa pe care este terminată linia şi ecuaţiile (2) se pot scrie sub forma :

$$Ux = U_2 \cos \beta x + j I_2 Zo \sin \beta x \qquad (2A)$$

$$Ix = I_2 \cos \beta x + j \frac{U_2}{Z_0} \sin \beta x$$

în care :

$\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$ — constanta de fază

λ — lungimea de undă a tensiunii de la intrarea liniei.

In orice punct al liniei raportul între tensiunea undei directe şi curentul undei directe este constant şi egal cu impedanţa caracteristică a liniei, Zo.

Dacă impedanţa de sarcină este diferită de impedanţa caracteristică a liniei, unda reflectată există şi se propagă de la sarcină spre generator. In această situaţie distribuţia curenţilor şi tensiunilor pe linie nu mai este constantă. Apare fenomenul de undă staţionară.

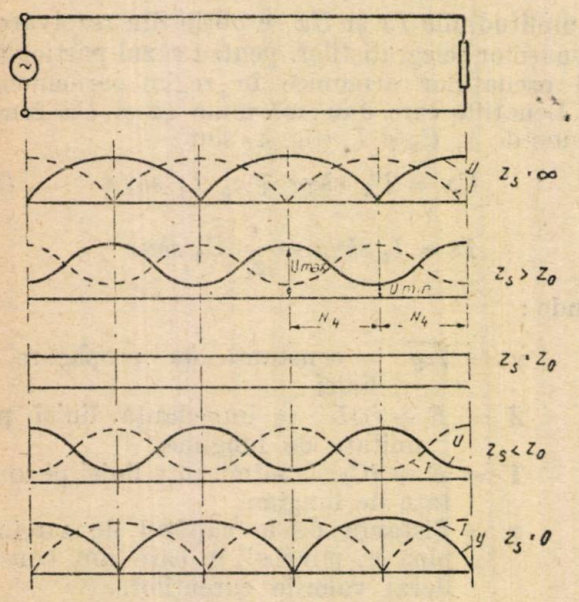


Fig. 5. Distribuţia tensiunilor şi curenţilor pe linia de transmisiune

Există pe linie puncte în care tensiunea este maximă şi puncte în care tensiunea este minimă. Aceste puncte se succed la distanţa $\lambda/4$ unul faţă de altul.

Raportul între tensiunea undei reflectate şi tensiunea undei incidente se numeşte coeficient de reflecţie.

$$\rho = \left| \frac{U_r}{U_i} \right| e^{j\psi} \qquad (4)$$

Dacă linia nu are pierderi ($\alpha \approx 0$), coeficientul de reflecţie rămîne constant pe toată lungimea liniei iar faza sa variază cu distanţa.

Datorită faptului că unda reflectată, cît şi unda incidentă depind de impedanţa caracteristică cît şi de impedanţa de sarcină, coeficientul de reflecţie se poate scrie sub forma :

$$\rho = \frac{\frac{Z_s}{Z_0} - 1}{\frac{Z_s}{Z_0} + 1} \qquad (5)$$

Faza coeficientului de reflecţie cît şi modulul său depind de raportul Zs/Zo.

Raportul între tensiunea maximă şi tensiunea minimă pe linie, se numeşte coeficient sau raport de undă staţionară (fig. 5) şi se notează cu σ

$$\sigma = \frac{U_{max}}{U_{min}} \qquad (6)$$

Cînd linia este terminată pe o impedanţă oarecare primul minim al tensiunei are loc la distanţă de capătul de sarcină al liniei :

$$x_{min} = \left(\frac{\psi}{4\pi} + \frac{1}{4} \right) \lambda \qquad (7)$$

iar primul maxim are loc la distanţa :

$$x_{max} = \frac{\psi}{4\pi} \lambda \qquad (8)$$

Intre coeficientul de reflecţie şi coeficientul de undă staţionară există relaţia :

$$|\rho| = \frac{\sigma - 1}{\sigma + 1} \qquad (9)$$

iar argumentul său este dat de expresia :

$$\psi = \frac{4\pi}{\lambda} x \text{ max.} \qquad (10)$$

RELAŢIILE INTRE MĂRIMILE LINIEI ŞI IMPEDANŢA DE SARCINĂ

Mărimea tensiunei pe linie, coeficientul de reflecţie cît şi faza sa depind de impedanţa pe care este terminată linia, adică impedanţa de sarcină a liniei.

Putem să găsim o relaţie între aceste mărimi şi elementele impedanţei de sarcină.

Tensiunea pe sarcină poate fi scrisă :

$$U_s = Z_s I_s \qquad (11)$$

iar tensiunea pe linie la distanța x devine:

$$U_x = U_2 \cos \beta x + j \frac{Z_0}{Z_s} U_2 \sin \beta x$$

sau:

$$\frac{U_x}{U_2} = \cos \beta x + j\, Y_s Zo \sin \beta x \qquad (12)$$

Dacă considerăm că impedanța de sarcină este de formă complexă:

$$Y_s = A_s + j\, B_s \qquad (13)$$

și înlocuind în (12) vom obține pentru modulul relației (12), expresia:

$$\left| \frac{U_x}{U_2} \right|^2 = \cos^2 \beta x + Z_0^2 Y_s^2 \sin^2 \beta x - \\ - Z_0 B_s \sin 2\beta x \qquad (14)$$

Expresia (14), în raport cu x prezintă maxime și minime care se succed la $\lambda/4$, unul față de altul.

Luînd raportul între maximul și minimul expresiei (14) — care este tocmai coeficientul de undă staționară—găsim pentru componentele derivație ale impedanței de sarcină, următoarele expresii:

$$X_s = -Z_0 \frac{1 + \sigma^2 \operatorname{tg}^2 \beta x \min}{(\sigma^2 - 1) \operatorname{tg} \beta x \min} \qquad (15)$$

$$R_s = \frac{Z_0}{\sigma} \cdot \frac{1 + \sigma^2 \operatorname{tg}^2 \beta x \min}{1 + \operatorname{tg}^2 \beta x \min} \qquad (16)$$

$$Z_s = Z_0 \sqrt{\frac{1 + \sigma^2 \operatorname{tg}^2 \beta x \min}{\sigma^2 + \operatorname{tg}^2 \beta x \min}} \qquad (17)$$

Din expresiile (15, 16 și 17) se observă că dacă putem măsura pe σ — coeficientul de undă staționară, pe x-min. cît și pe Zo se pot determina mărimile componentelor impedanței de sarcină.

Componentele impedanței de sarcină pot fi exprimate în funcție de coeficientul de reflecție și faza acestuia.

Din expresia (5) deducem:

$$Z_s = Z_0 \frac{1 + \rho}{1 - \rho} \qquad (18)$$

Dacă scriem ca $\rho = |\rho|\, e^{j\psi}$
și $Z_s = R_s + j\, X_s$ înlocuind în expresia (18) și egalînd părțile reale și părțile imaginare, obținem:

$$\frac{R_s}{Z_0} = \frac{1 - |\rho|^2}{1 + |\rho|^2 - 2|\rho| \cos \psi} \qquad (19)$$

$$\frac{X_s}{Z_0} = \frac{2|\rho| \cos \psi}{1 + |\rho|^2 - 2|\rho| \cos \psi} \qquad (20)$$

Din expresiile (19) și (20) se pot calcula R_s și X_s dacă se cunoaște coeficientul de reflecție și faza sa.

Coeficientul de reflecție și faza sa se determină din expresiile (9) respectiv (10).

Aceste mărimi se determină experimental cu ajutorul lui O și X min. Din cele arătate mai sus reese că trebuie să determinăm raportul de undă staționară O și distanța X min. pînă la primul minim de tensiune pentru a putea utiliza linia ca măsurător de impedanțe. Raportul de undă staționară se determină din valoarea

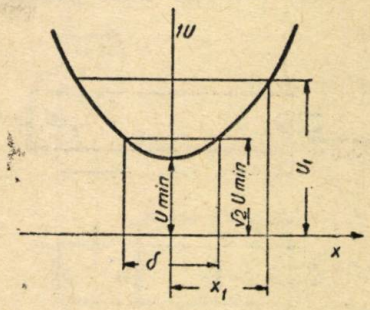


Fig. 6

maximă și valoarea minimă a tensiunii de-a lungul liniei.

Dacă detectorul utilizat pentru determinarea tensiunilor este liniar raportul de undă staționară se determină în expresia:

$$\sigma = \frac{D_{max}}{D_{min}} \qquad (21)$$

Dacă caracteristica tedectorului este pătratică

$$\sigma = \sqrt{\frac{D_{max}}{D_{min}}} \qquad (22)$$

unde D_{max} și D_{min} sînt deviațiile maxime respectiv minime ale instrumentului indicator dacă se alege ca $U_1 = \sqrt{2}\, U$ min.

METODE DE MĂSURAREA IMPEDANȚELOR CU AJUTORUL LINIILOR DE MĂSURI

Măsurarea impedanțelor se poate face prin două moduri care depind de mărimea liniei:

a) Lungimea liniei este mai mare decît λ max/2 și măsurarea impedanței conectată la capătul de sarcină se face cu ajutorul expresiilor (15) și (16).

Pentru aceasta este necesar a se determina experimental raportul de undă staționară cît și distanța la primul minim de tensiune.

Componentele impedanței de sarcină se mai pot determina cu ajutorul expresiilor (19) și (20) sau cu diagrama cercului.

b) Măsurarea impedanțelor cu ajutorul liniilor rezonante.

In această metodă se utilizează liniile coaxiale care la frecvențe ultra înalte posedă un factor de calitate mare și astfel se elimină și pierderile prin radiație.

Cuplajul cu generatorul sau cu indicatorul se poate face capacitiv sau inductiv. Ca indicator se poate utiliza un voltmetru electronic, detector cu cristal, receptor sau oricare alt instrument capabil să dea indicații proporționale cu tensiunea sau curentul.

Pentru măsurarea impedanțelor se pot utiliza liniile rezonante de lungime fixă, așa cum arată fig. 7 a. Metodica măsurărilor este următoarea : La început cu admitanța y_x deconectată, se acordă linia cu ajutorul condensatorului variabil C, apoi se conectează admitanța y_x, linia sa dezacordat.

Se acordează din nou linia, cu ajutorul condensatorului C variația susceptanței conden-

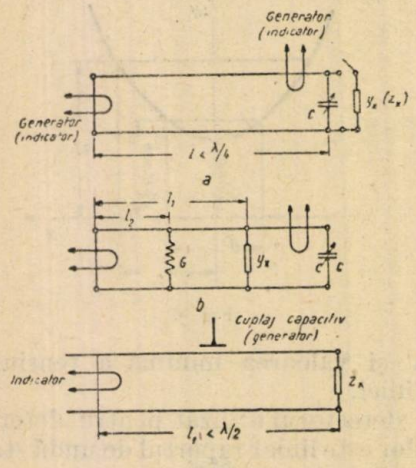


Fig. 7.

satorului este egală cu susceptanța B_x a admitanței necunoscute, cunoscînd variația capacității și frecvența putem afla valoarea și natura susceptanței B_x.

Partea reală a admitanței de măsurat G_x poate fi măsurată din mărimea factorului de calitate. Această linie se comportă ca un circuit derivație acordat, deci factorul de calitate se micșorează prin introducerea conductanței G_x Conductanța G_x se determină cu ajutorul relației (25).

Cînd raportul de undă staționară este mai mare de 5, măsurarea lui U max. cu ajutorul aceluiași detector devine anevoioasă și introduce erori.

In această situație raportul de undă staționară poate fi calculat cu ajutorul formulei :

$$G = \frac{1}{\sin \beta x_1} \sqrt{\left(\frac{U_1}{U_{max}}\right)^2 \times \cos^2 \beta x_1} \quad (23)$$

Mărimile din această formulă sînt arătate în fig. 6.

Dacă raportul de undă staționară este mai mare de 10 se poate utiliza expresia :

$$\sigma = \frac{\lambda}{\pi \delta} \quad (24)$$

$$Gx = G_1 \ (Q_1/Q_2 - 1) \quad (25)$$

unde — G_1 — conductanța liniei la rezonanță
Q_1 — factorul de calitate al liniei
Q_2 — factorul de calitate al liniei cînd se conectează admitanța y_x. Mărimea conductanței G_1 se poate determina ușor dacă se înlocuiește G_x printr-o conductanță cunoscută.

Valorile factorului de calitate se poate determina prin mai multe metode. Metoda cea mai ușoară este cea a variației frecvenței. Factorul de calitate se determină cu relația :

$$Q = \frac{f_0}{f_2 - f_1} / \sqrt{D_1^2 / (D_0^2 - D_1^2)} \quad (26)$$

unde — f_0 frecvența de rezonanță a liniei.

— f_1 și f_2 frecvența joasă și înaltă pentru care se obține tensiunea D_1 ; D_0 — tensiunea indicată la f_0.

Precizia este maximă în cazul cînd $D_1 = 0{,}707$ D_0 relația (26) devine

$$Q = f_0 / (f_2 - f_1) \quad (26\ a)$$

O altă metodă constă în a determina raportul dintre factorii de calitate utilizînd raportul între tensiunile D_1 și D_2 corespunzătoare deconectării și conectării admitanței

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad (27)$$

O precizie mare se poate obține în cazul cînd linia este alimentată printr-un atenuator, variind tensiunea la intrarea în linie pentruca la indicator să avem aceeași devitație.

În acest caz :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{E_2}{E_1} \quad (28)$$

E_2 — tensiunea la intrare cînd admitanța este deconectată.

E_1 — tensiunea la intrare cînd admitanța este conectată.

Raportul Q_1/Q_2 poate fi determinat prin variația unui condensator etalon, conectat la ieșirea liniei. Variind condensatorul într-o parte și alta a valorii de la rezonanță pentru a obține aceeași deviație D_2 a indicatorului. Această operație se face pentru ambele situații adică cu admitanța conectată și deconectată.

Se obține relația :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{C_2}{C_1} \quad (29)$$

C_1 — variația capacității cu admitanța deconectată.

C_2 — variația capacității cu admitanța conectată.

Componența rezistivă a impedanței de măsurat poate fi determinat cu ajutorul schemei arătată în fig. 7 b. Măsurătoarea se face în felul următor : se conectează într-un punct oarecare al liniei impedanța de măsurat cu ajutorul condensatorului C se acordează linia notîndu-se deviația detectorului. Se decontează impedanța de măsurat, se acordează linia.

Din variația capacității se determină valoarea componentei reactive pentru a readuce detectorul la aceeași indicație se deplasează de-a lungul liniei o conductanță G.

Componenta rezistivă se determină cu ajutorul relației

$$G_x = G \frac{\sin (2\pi l_2/\lambda)}{\sin (2\pi l_1/\lambda)} \quad (30)$$

În aceste metode linia este de lungime mai mică, de sfert de lungime de undă, iar tensiunea și frecvența la intrarea liniei trebuie să fie constante în tot timpul măsurătorii. Pentru aceasta cuplajul între linie și generator trebuie să fie slab.

Din punct de vedere practic ultima metodă este dificilă. : căci realizarea unei conductanțe pure la frecvență mare este grea. In aceste metode, descrise mai sus, conductanța admitanței de măsurat este relativ mică. Dacă însă impedanța de măsurat este relativ mică se utilizează schema din fig. 7c.

Impedanța de măsurat se conectează la capătul liniei și scurtcircuitul se deplasează pînă se obține rezonanța linie. Linia are o lungime de $\lambda/2$. Pentru condiția de rezonanță a liniei componența X_x a impedanței de măsurat poate fi determinată cu ajutorul relației :

$$X_x = Z_0 \operatorname{tg} (2\pi l_1/\lambda) \qquad (31)$$

Compomenta rezistivă se determină prin măsurarea factorului de calitate al liniei cu Z_x conectat și prin înlocuirea impedanței Z_x cu un scurtcircuit. Prin analogie cu (25) putem scrie

$$R_x = R_1 (Q_1/Q_2 - 1) \qquad (32)$$

Raportul Q_1/Q_2 poate fi determinat cu una din relațiile de mai sus.

DESCRIEREA INSTALAȚIEI DE MĂSURARE CU AJUTORUL LINIILOR DE TRANSMISIUNE

O instalație de măsură cu ajutorul liniilor de transmisiune cuprinde următoarele părți :

a) Un generator de frecvență dorită care alimentează linia.

b) Linia de transmisiune propriuzisă și

c) Sistemul de det ctare al distribuției tensiunii sau curentului de-a lungul liniei.

a) Generatorul utilizat ca sursă de alimentare al liniilor de măsură trebuie să satisfacă

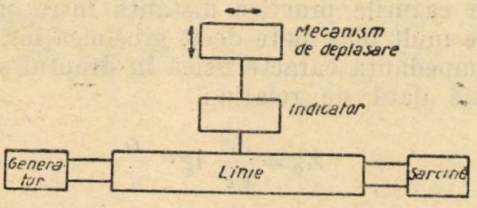


Fig. 8

o condiție esențială și anume tensiunea la ieșirea generatorului să fie pur sinusoidală.

Prezența armonicelor produce eronări în determinarea coeficientului de undă staționară ; pentru evitarea lor cuplajul dintre generator și linie se va face cu ajutorul unui filtru sau circuit acordat.

Frecvența generatorului trebuie să fie constantă în tot timpul măsurătorii ; aceasta însă cere în primul rînd ca influența liniei de măsură asupra generatorului să fie mică, în consecință linia va fi slab cuplată cu generatorul.

În cazul utilizării unui generator modulat în amplitudine este necesar ca unda să nu fie însoțită de modulație parazită în frecvență. În caz contrar poziția minimului tensiunii se va schimba în timpul unei perioade de modulație.

b) În mod obișnuit pentru măsurători se utilizează liniile cooxiale sau ghiduri de undă care prezintă avantajul că se pot evita pierderile prin radiație. Liniile de măsură se deosebesc constructiv după sistemul de detectare al tensiunii sau curentului de-a lungul liniei.

Deosebim linia cu indicator manual și linia cu indicator automat. În primul grup, deplasarea indicatorului de-a lungul liniei se face manual, în al doilea grup indicatorul este deplasat cu ajutorul unui motor de-a lungul liniei iar ca dedector se utilizează un oscilograf catodic. Dacă se sincronizează rotirea motorului cu baza de timp a oscilografului pe ecran se obține o imagine stabilă care reprezintă distribuția tensiunii sau curentului de-a lungul liniei.

Liniile de măsură se caracterizează prin următoarele :

— banda de frecvență
— limita de măsură
— eroarea măsurătorii
— siguranța de lucru
— comoditatea măsurărilor
— dimensiuni și greutăți

Banda de frecvență de lucru este determinată de mărimile geometrice ale liniei cît și de construcția elementelor. Pentru gama undelor metrice și decimetrice se utilizează mai des liniile cooxiale, iar pentru gama unde centimetrice ghidurile de undă.

Limita de măsură se caracterizează prin posibilitățile practice de aplicare ale liniei de măsură.

Cu ajutorul liniei se poate măsura un raport de undă staționară între limitele 1,05—10.

Erorile sînt determinate în general de impedanța caracteristică a liniei, de eroarea produsă la determinarea raportului de undă staționară și eroarea produsă la determinarea distanței primului minimum de tensiune.

Erorile poate fi de ordinul 5—10%

O linie de măsură nu trebuie să dea erori pentru variații de temperatură și umezeală și la schimbarea detectorului.

În raport cu gama de frecvențe la care se lucrează se alege tipul segmentului de linie coaxial sau ghid de undă după aceea se trece la

alegerea mărimilor transversale și longitudinale ale segmentului.

Condiția care determină lungimea liniei este :

$$L > \frac{\lambda_{max}}{2} \qquad (33)$$

Dacă linia este prea mică $\left(L < \frac{\lambda}{4}\right)$ determinarea punctului în care tensiunea pe linie este minimă nu este posibil.

Linii mai lungi ($L > 3\lambda$) nu se utilizează în practică pentru că sînt greu de confecționat.

Alegerea dimensiunilor transversale ale liniei se determină din impedanța caracteristică pe care dorim să o alegem.

Impedanța caracteristică pentru linii de transmisiune bifilare este cuprinsă între 250—700 Ω iar pentru linia coaxială este cuprinsă între 40—100 Ω.

În cazul liniilor coaxiale atenuarea cea mai mică se obține pentru un raport între diametre.

$$\frac{D}{d} = 3{,}6 \qquad (34)$$

care corespunde unei impedanțe de $Z_0 = 77$ Ω.

Puterea care poate fi transmisă pe o linie coaxială este maximă pentru

$$\frac{D}{d} = 1{,}65 \qquad (35)$$

care corespunde la un $Z_0 = 30$ Ω.

Condiția (34) este cea care utilizează la liniile de măsură pentru a avea atenuare mică.

Totuși alegerea diametrului exterior este limitată de apariție în linie a unui mod superior de oscilație.

Pentru determinarea distribuției curentului sau tensiunii de-a lungul unei linii coaxiale, este nevoie de a se practica o fantă longitudinală în care se introduce sonda detectorului.

Prezența fantei provoacă unele perturbații în structura liniei și în comportarea ei.

Dimensiunile fantei se aleg în raport cu mărimile geometrice ale liniei cît și cu frecvența. Lățimea fantei provocă modificarea impedanței caracteristice a liniei și pierderi prin radiație, adică prezintă efect de antenă.

Impedanța caracteristică se modifică în raportul

$$\frac{\Delta Z_0}{Z_0} = \frac{\delta^2}{4\pi^2\left(R_2^2 - R_1^2\right)} \qquad (36)$$

unde — δ — lățimea fantei.

R_2 și R_1 razele conductorilor

Pentru a micșora aceste efecte ale fantei va trebui să reducem lățimea ei, însă o lățime prea mică a fantei duce la apariția unei capacități mari între conductorul exterior și sondă. Această capacitate are ca efect micșorarea sensibilității detectorului și provoacă variații mari ale sensibilității, dacă la deplasarea detectorului de-a lungul liniei se provoacă oscilații mecanice.

Pentru micșorarea acestor efecte sonda de cuplaj se ecranează așa cum arată figura 9b.

Ecranul are înălțimea egală cu grosimea peretului conductorului exterior, făcînd un tot unit cu căruciorul sondei.

O atențiune deosebită trebuie dată simetriei și liniarității fantei căci o schimbare a distanței dintre sondă și conductorul interior duce la schimbarea cuplajului între sondă și acest conductor. În cazul unei linii coaxiale cu impedanța 50 Ω și diametru 12 mm. o variație a distanței de 0,025 mm provoacă o eroare de 1%.

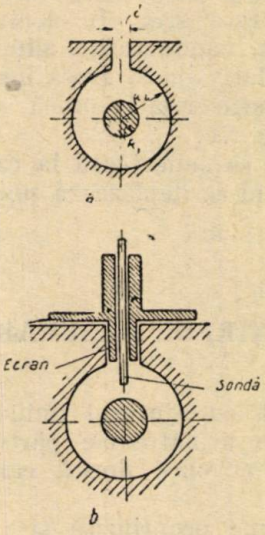


Fig. 9

Lățimea fantei se alege de ordinul 1,5—3 mm.

Asimetria fantei are influență și asupra impedanței caracteristice.

Se recomandă ca lățimea fantei să se determine experimental. Dacă conductorul interior este sprijinit pe șaibe din material dielectric, mărimea lor se alege astfel încît impedanța caracteristică că fie aceeași pe toată lungimea liniei.

În cazurile practice distanța între șaibe se alege mult mai mare decît grosimea lor. Astfel ca impedanța caracteristică în dreptul șaibelor să fie dată de relația :

$$Z_0 = \frac{138}{\sqrt{\varepsilon}} \lg \cdot \frac{D}{d'} \qquad (37)$$

Din cele arătate mai sus rezultă diametrul interior al șaibei

$$d' = \frac{D}{\left(\frac{D}{d}\right)^{\sqrt{\varepsilon}}} \qquad (38)$$

Mărimile din expresiile (37) și 38) sînt arătate în fig. 10 iar ε este constanta dielectrică a materialului din care se confecționează șaibele.

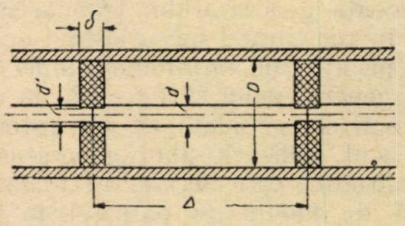


Fig. 10

Linia va fi prevăzută la capete cu posibilitate de conectare a sarcinei și generatorului, care terbuie astfel alese încît să nu producă discontinuitate în linia de măsură.

O atenție deosebită trebuie dată acestor discontinuități căci prezența lor micșorează pre-

cizia măsurării raportului de undă staţionară cînd acesta are valoarea aproape de unitate.

c) *Sisteme de detectare.*

Sistemul de detectare al distribuţiei tensiunii în linie, cuprinde următoarele părţi :

— elementul de cuplaj
— circuitul acordat
— detectorul propriu-zis
— indicatorul

Elementul de cuplaj între circuitul acordat şi cîmpul din interiorul liniei îl constituie de obicei sonda. Pentru o bună precizie şi sensibilitate se cere un cuplaj mai strîns, dar un asemenea cuplaj şuntează acţiunea sondei ducînd la erori de măsură.

Un cuplaj prea slab coboară atît precizia cît şi sensibilitatea.

Este mult mai comodă determinarea experimentală a cuplajului optim.

Circuitul acordat se utilizează pentru a amplifica tensiunea indusă în sondă, care apoi se aplică detectorului propriu-zis.

Ca circuit acordat se poate utiliza circuit cu constante concentrate sau distribuite (linie de transmisiune).

Ca indicator se utilizează un detector cu diodă sau cristal în serie ca un instrument. Pentru uşurarea prelucrării rezultatelor se utilizează detector cu caracteristica liniară sau pătratică.

Cu aparate indicatoare se poate utiliza instrumente de curent continuu, amplificatori, oscilograf catodic şi altele.

Fig. 11 ne arată o schemă de indicator pentru unde metrice şi decimetrice. Ca element de

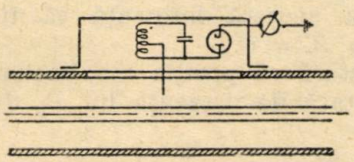


Fig. 11

cuplaj se utilizează sonda, ca circuit acordat se foloseşte circuitul cu constante concentrate iar ca detector o diodă.

În fig. 12 este arătat un indicator care utili-

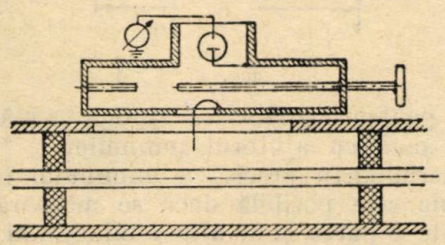


Fig. 12

zează ca circuit acordat un trunchi de linie încărcat capacitiv.

Pentru indicarea sensibilităţii indicatorului se utilizează schemele arătate în fig. 13.

Schema din fig. 13 a utilizează un oscilator modulat iar ca indicator un amplificator pentru frecvenţa de modulaţie.

Schema din fig. 13 b utilizează ca indicator un receptor heterodină a cărei sensibilitate în putere poate ajunge pînă la 10^{-13} W.

Cu ajutorul atenuatorului calibrat se poate determina raportul de undă staţionară.

Oricare ar fi sistemul de indicaţie, sonda

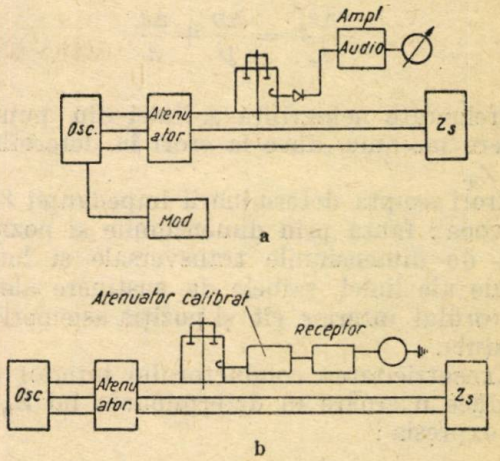


Fig. 13

trebuie ecranată contra cîmpurilor exterioare, pentru a nu se produce erori în măsurare.

Ca indicator destul de important este şi mecanismul de deplasare al sistemului.

Acest mecanism se alege astfel ca în timpul deplasării cufundarea sondei în linie să rămînă constantă, iar poziţia în raport cu axa de simetrie a liniei să fie aceeaşi.

Mecanismul trebuie să permită determinarea cu precizie a poziţiei sondei în raport cu capătul liniei.

O variaţie a cufundării cu cîteva sute de microni produce la linia de unde centrimetrice o eroare de cîteva procente.

Obişnuit, sistemul indicator este instalat pe un cărucior care este deplasat de-a lungul liniei cu ajutorul unui şurub cu ghivent pătrat.

Deplasarea căruciorului se face manual sau cu un motor.

Pentru ridicarea preciziei măsurătorilor lunginilor, sistemul se prevede cu un vernier.

SURSELE DE ERORI IN MĂSURĂTORILE CU AJUTORUL LINIILOR

Precizia cu care se poate măsura o impedanţă cu ajutorul liniei de măsură depinde de :

— Eroarea efectuată la determinarea impedanţei caracteristice Z_0

— Eroarea efectuată la determinarea distanţei primului minim de tensiune x minim.

— Eroarea efectuată la determinarea lungimii de undă. Aceste mărimi intrevin în expresiile : (15), (16), (17), (19) şi 20).

Eroarea determinării lui Z_0 joacă un rol principal, căci măsurarea impedanţei se face în raport cu aceasta.

Impedanța caracteristică Z_0 se determină din mărimile geometrice transversale ale liniei cu ajutorul expresiei:

$$Z_0 = 138 \cdot \lg \frac{D}{d} \ \Omega \qquad (39)$$

Precizia determinării lui Z_0 depinde de precizia determinării mărimilor D și d din punct de vedere mecanic.

$$\frac{\Delta Z_0}{Z_0} = \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta d}{d} \qquad (40)$$

Prelucrare neîngrijită a liniei din punct de vedere mecanic, duce la erori în determinarea lui Z_0.

Erori asupra determinării impedanței Z_0 pot provoca: fanta prin dimensiunile și poziția ei față de dimensiunile transversale și longitudinale ale liniei, șaibele de susținere ale conductorului interior cît și poziția asiemetrică a acestuia.

Excentricitatea conductorului interior poate produce o eroare în determinarea lui Z_0 dată de expresia:

$$Z_0 = -220 \ln \left(\frac{C}{D} \right) \qquad (41)$$

Mărimile C și D sînt arătate în fig. 14

Erori în măsurarea raportului de undă staționară. Dacă eroarea instrumentului indicator poate fi neglijată, eroarea care afectează măsurarea raportului de undă staționară este condiționată de eroarea ce se face la măsurarea distribuției tensiunii sau curentului de-a lungul liniei. Pentru a micșora această eroare trebuie ca simetria și cufundarea sondei, în raport cu fanta, să fie constantă în timpul deplasării ei de-a lungul liniei.

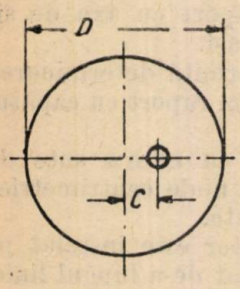


Fig. 14

În liniile concentrice există posibilitatea unor erori de măsură a raportului de undă staționară datorită conductorului interior care poate să nu fie concetric pe toată lungimea liniei.

În figura 15 se arată, exagerat, propagarea undei în asemenea situație.

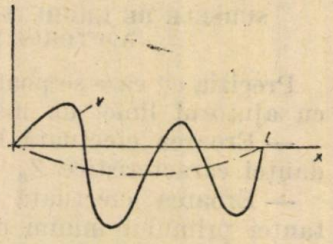


Fig. 15

Eroarea în măsurarea raportului de undă staționară provoacă în mare măsură efectul de șuntare al sondei.

Să considerăm circuitul echivalent al liniei în punctul în care conectăm detectorul (fig.16) tensiunea în punctele a b, adică la bornele detectorului este

$$U_{ab} = \frac{I}{y_i' + y_s' + y_d} \qquad (42)$$

Se observă că influența detectorului este neglijabilă dacă admitanța sa y_d este mic în raport cu suma $y_i' + y_s'$.

O analiză amănunțită a fenomenului arată că efectul admitanței y_d, y_i asupra măsurării raportului de undă staționară este minim dacă:

— impedanța generatorului este egală cu impedanța caracteristică a liniei;

— reactanța detectorului este mică sau chiar nulă,

— partea reală a impedanței detectorului este

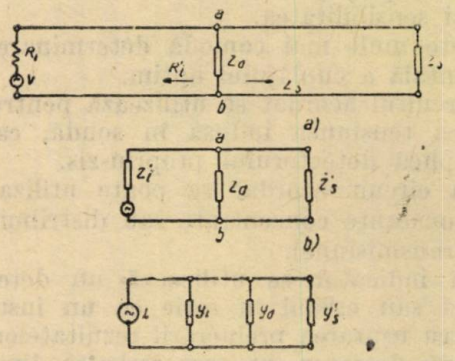


Fig. 16

mare în raport cu impedanța caracteristică a liniei,

— conectarea liniei la generator se face printr-un cuplaj slab, prin atenuator.

Partea reactivă a detectorului B_d influențează poziția maximelor și minimilor pe linie. Pentru ca această influență să fie minimă trebuie ca $B_d = 0$

Se constată că poziția maximelor, este mai mult afectată de prezența lui B_d decît minimile, pentru aceasta va trebui ca măsurările să se facă cu ajutorul minimilor.

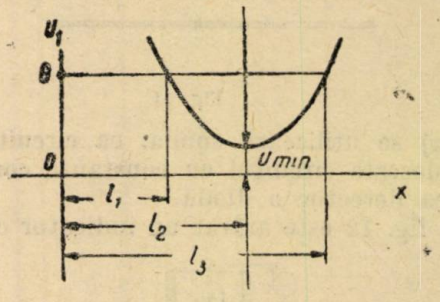


Fig. 17

Determinarea precisă a minimului tensiunii pe linie este posibilă dacă se măsoară lungimile de o parte și de alta a minimului pentru care indicatorul arată aceeași deviație.

Distanța pînă la minim va fi:

$$l = \frac{l_1 + l_2}{2} \qquad (35)$$

Mărimile din această formulă sînt arătate în fig. 17.

În măsurarea impedanțelor cu ajutorul liniilor eroarea poate fi importantă dacă nu se dă o atenție deosebită ecranării instalației indicatoare față de generator și alte surse exterioare.

Afară de aceasta, generatorul va trebui să fie cuplat slab cu linia, încît efectul liniei asupra generatorului să fie minim, căci în timpul măsurătorii tensiunea de alimentare a liniei terbuie să fie constantă.

EXPERIENȚA

Pentru partea experimentală s-a folosit o linie de transmisiune coaxială construită în Laboratorul de măsuri în înalta frecvență de la Facultatea Electronica București.

Linia construită are următoarele caracteristici:

Lungimea liniei 100 cm.

Diametrul interior al conductorului exterior D=37 mm.

Diametrul exterior al conductorului interior d=14 mm.

Grosimea peretelui 3 mm.

Materialul utilizat — aluminiu.

Sistemul de detecție utilizat este cel indicat în fig. 7, ca detector s-a utilizat cristalul de germaniu 1 N 34, iar ca instrument un instrument de curent continuu de 50 μA.

In figura 18 este prezentată linia de măsură.

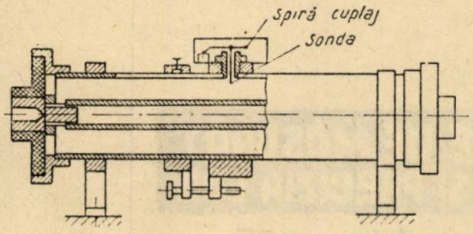


Fig. 18

Deplasarea detectorului se face manual, pentru ca să se poată găsi precis minimul sau maximul, sistemul se poate deplasa cu ajutorul unui șurub cu ghivent patrat.

Linia este gradată în milimetri, iar pe cărucior s-a prevăzut un vernier ca să se poate ceti exact distanțele.

Ca surse de alimentare a liniei s-a folosit doi oscilatori de frecvențe diferite.

S-au efectuat efectuat măsurători asupra unor elemente de circuit.

a) Șoc de radiofrecvență L = 1,98 μ H numărul de spire n = 100 în 4 secțiuni a 25 spire într-un singur strat, cărcasa are diametrul de 8 mm.

Cu ajutorul liniei de măsură s-a găsit

$\lambda = 100$ cm

x min. = 20 cm.

U max. = 49 diviziuni

U min = 1 diviziune

$C = 49$ coeficientul de undă staționară.

Dat fiind coeficientul de undă staționară mare, diagrama cercului nu se poate utiliza. Pentru calculul componentelor utilizăm relațiile (7) și (8) care dau componentele paralele ale lui Z_s.

$$\beta X_{min.} = \frac{2}{100} \quad 20 = 0{,}2 \times 2\pi = 72^\circ$$

Rezultă din (7) $\frac{X_s}{Z_0} = 3{,}1$ iar din (8) $\frac{R_s}{Z_0} = 49$

Din expresia (31) rezultă $Z_0 = 58{,}25\ \Omega$

$X_s = 31 \times 58{,}2 = 181\ \Omega$; $R_s = 2860\ \Omega$

Același șoc măsurat la $\lambda = 70$ cm.

$U_{max.} = 42$; $U_{min.} = 6$; $x_{min.} = 3{,}5$ cm; $\beta x_{min.} = 2\frac{3{,}5}{70} = 2 \times 0{,}05$

$\sigma = \frac{42}{6} = 7$. din expresia (17) și (8) rezultă:

$\frac{X_s}{Z_0} = 0{,}4$ $X_s = 23{,}28\ \Omega$ $\frac{R_s}{Z_0} = 0{,}8$ $R_s = 46{,}56\ \Omega$

b) Șoc de radiofrecvență L = 12μ H; 25 spire un singur strat spiră lîngă spiră pe carcasa de diametru 10 mm.

$U_{max} = 41$ div.

$U_{min} = 1$ div.

$x_{min} = 14{,}4$ cm

$\lambda = 100$ cm

$\sigma = 41$ $\frac{x_{min}}{\lambda} = 0{,}14$

$\frac{R_s}{Z_0} = 23{,}5$; $\frac{X_s}{Z_0} = 1{,}1$

$R_s = 1367{,}7\ \Omega$ $X_s = 64{,}02\ \Omega$

Același șoc la $\lambda = 70$ cm

$U_{max} = 34$

$U_{min} = 2{,}5$

$x_{min} = 2$ cm

$\sigma = \frac{34}{25} = 13{,}6$

$\frac{x_{min}}{\lambda} = \frac{2}{70} = 0{,}0286$

$\frac{R_s}{Z_0} = 0{,}52$ $R_s = 30{,}1\ \Omega$

$\frac{X_s}{Z_0} = 0{,}205$ $X_s = 11{,}9\ \Omega$

c) S-a măsurat rezistența chimică de $R = 30\ \Omega$

$\lambda = 100$ cm

$U_{max} = 25$

$U_{min} = 2$

$\frac{R_s}{Z_0} = 5.8$ $R_s = 5{,}8 \times 58{,}2 = 338\Omega$

$x_{min} = 12$ cm

$\sigma = 12{,}5$ $\frac{X_s}{20} = 0{,}94$ $X_s = 55\Omega$

$\frac{x_{min}}{\lambda} = 0{,}12$

$\lambda = 70$ cm

$U_{max} = 41$

$U_{min} = 11$ $\frac{R_s}{Z_0} = 0{,}6$ $R_s = 34{,}12\ \Omega$

$\chi_{min} = 3{,}5$ cm $\quad \frac{X_s}{20} = 0{,}58 \quad X_s = 33{,}8\ \Omega$

$$\sigma = \frac{41}{11} = 3{,}72$$

$$\frac{\chi_{min}}{\lambda} = 0{,}05$$

d) S-a măsurat o rezistență chimică R = 100 Ω

$\lambda = 100$ cm

$U_m = 0{,}5$

$U_{max} = 48{,}5 \quad \frac{R_s}{Z_0} = 56$

$\chi_{min} = 15{,}5$ cm

$\sigma = \frac{42{,}5}{0{,}5} = 85 \quad \frac{X_s}{Z_0} = 1{,}3$

$$\frac{\chi_{min}}{\lambda} = 0{,}155$$

S-a măsurat o capacitate C = 25 p F, cu dielectric din hîrtie

$\lambda = 100$ cm

$U_{max} = 48{,}5 \quad \frac{R_s}{Z_0} = 64 \quad R_s = 3720\ \Omega$

$U_{min} = 0{,}5$

$U_{min} = 15 \quad \frac{X_s}{Z_0} = 1{,}35 \quad X_s = 78{,}6\Omega$

$\sigma = 97$

$$\frac{\chi_{min}}{\lambda} = 0{,}15$$

$\lambda = 70$ cm

$U_{max} = 36 \quad \frac{R_s}{Z_0} = 4{,}2 \quad R = 245\ \Omega$

$U_{min} = 6$

$\chi_{min} = 15.5$ cm $\quad \frac{X_s}{Z_0} = 1{,}45 \quad X = 84{,}5\ \Omega$

$\sigma = 6$

$$\frac{\chi_{min}}{\lambda} = \frac{15{,}5}{70} = 0{,}221$$

FOLOSIȚI APARATELE DE MĂSURAT POTRIVIT CU DESTINAȚIA ȘI PRECIZIA LOR

Pentru a asigura precizia

nu așa *ci așa*

Pentru a nu uza fără rost aparatele de precizie

nu așa *ci așa*

Un nou tip de termoanemometru

D. FOCŞENEANU

Даётся описание современной модели прибора для измерения скоростей газа. После описания принципа работы даются указания по производству в нащежащих условиях прибора, отмечаются отдельные достигнутые при его помощи результаты и обращается внимание на основные источники погрешностей. Статья заканчивается критическими замечаниями относительно прибора, рассматриваемого в данном случае в сравнении с анемометром с горячим проводом.

★

L'auteur présente un model récent d'instrument pour mesurer la vitesse dans les gaz. Après en avoir exposé le principe de fonctionnement, il donne des indications relativement à la construction, mentionne quelques résultats obtenus et attire l'attention sur les principales causes d'erreurs.

A la fin, on peut trouver des considérations critiques sur cet instrument, par comparaison avec l'anémomètre à fil chaud.

In cadrul acestui articol se prezintă un nou tip de aparat care permite măsurarea vitezelor în gaze. Aparatul constă în esență, din tr-un termocuplu ce are înfășurat pe una din suduri o rezistență de încălzire.

Cînd mediul înconjurător se găsește în repaos față de aparat, diferența de temperatură între cele două suduri este maximă. Orice mișcare a fluidului înconjurător duce la o răcire prin convecție a rezistenței de încălzire.

Se poate stabili în felul acesta o corespondență între diferența de temperatură indicată de aparatul de măsură al termocuplului și viteza fluidului înconjurător față de aparat.

Pentru a realiza un astfel de aparat, este necesar să se aibă în vedere cîteva condiții esențiale.

În primul rînd materialele termocuplului să fie *cupru* și *constantan*, cuplul avînd o forță electromotoare mare. Sudurile termocuplului trebuie să fie destul de apropiate una de alta pentru ca să nu existe diferențe de temperatură sau viteză între vinele de fluid cari le spală. În acelaș timp sudurile trebuie să fi destul de distanțate pentru ca influența încălzirii să nu se facă resimțită pe sudura liberă. De asemeni, la alegerea grosimii firelor trebuie să se țină seama, pe de o parte de rezistența mecanică necesară unui astfel de aparat (trebuie să poată suporta, fără să se îndoaie, vîntul datorit fluidului în mișcare) iar pe de altă parte de faptul că fire prea groase duc la o sudură de asemenea groasă, ceea ce micșorează posibilitatea unei bune încălziri a sudurei cu ajutorul rezistenței electrice. La rîndul ei rezistența electrică nu are voie să fie prea voluminoasă, pentru a nu pune cele două suduri în condiții aerodinamice prea diferite. În fine, este necesar ca metalul *dintre* suduri să fie constantanul, deoarece atunci spre bornele de legătură ale aparatului de măsură avem cupru, și nu se mai riscă efecte termoelectrice secundare.

Aparatul de măsură folosit este fie un voltmetru ce permite aprecierea a 10^{-5} V, fie un galvanometru de sensibilitate 10^{-8} A, sau chiar 10^{-9} A. Acesta este de altfel singura piesă mai pretențioasă a dispozitivului.

O sursă de curent continuu de 1,5—4V alimentează rezistența de încălzire. Trebuie prevăzută și posibilitatea reglajului intensității curentului de încălzire. Cel mai simplu montaj pentru aceasta este arătat în figu a 1.

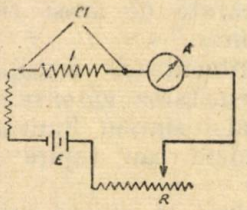


Fig. 1 C rcu'tul de încălz re

E — Sursă (1,5 ÷ 4 V)
R — Reostat pentru reglarea intensității (≈ 20Ω)
A — Ampermetru (0 ÷ 1 A)
r — Rezistență fixă (10Ω)
I — Rezistență de încălzire
C I — Vezi fig. 2

Este bine ca aparatul propriu zis să fie montat pe un sașiu mobil, de la care să pornească firele spre voltmetru și spre alimentarea încălzirii.

Vom da aici dimensiunile folosite de noi, precum și cele din literatură :

Grosimea firelor	0,5 mm
Distanța între suduri	25 mm
Înălțimea cadrului	50 mm
Lățimea cadrului	80 mm

Rezistența de încălzire este din sîrmă de constantan izolată, cu diam. de 0,3 mm înfășurată de aproximativ 20 de ori pe nodul sudurii. (În literatură se prescriu 60 de înfășurări, dar aceasta duce la un volum prea mare).

Sursa de alimentare este compusă din două baterii de cîte 1,5 V, legate în serie sau dintr-un acumulator de 4 V. Curentul de lucru este de 0,2 A, iar rezistența totală a înfășurării de aproximativ 4 ohmi. Aparatul este reprezentat în fig. (2).

În ceea ce privește sensibilitatea instrumentului, cel mai important factor (care face dealtfel ca aparatul, pînă la ora actuală, să nu poată fi tipizat) este *influența înfășurării rezistenței.*

Într-adevăr, dacă această înfășurare este strînsă, curentul de aer are o acțiune de răcire

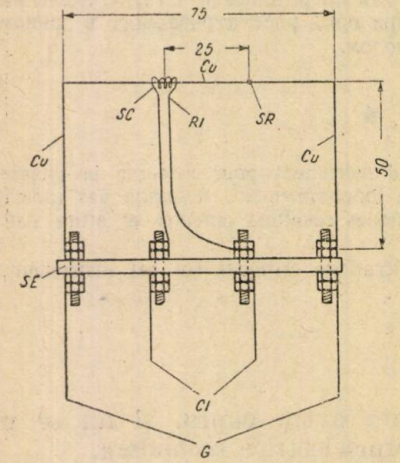


Fig. 2 Schema anemometrului

SC — Sudură caldă, SR — Sudură rece. RI — rezistență de încălzire, SE — Șasiu de ebonită. G — Firele ce duc spre galvanometru. CI — Legăturile circuitului de încălzire (vezi fig. 1).

mai redusă decît în cazul unei înfășurări largi. Acest lucru are însă marele avantaj de a permite construirea de aparate de acest tip *pe o gamă foarte largă de viteze.*

Un alt factor care influențează sensibilitatea aparatului este intensitatea curentului de încălzire. Bineînțeles, aici sîntem limitați de temperatura de aprindere sau topire a izolației sîrmei de încălzire.

Etalonarea instrumentului se face prin comparații cu diferite aparate, funcție de domeniul de viteze în care se lucrează și anume :

pentru viteze între 5÷50 m/s — tuburi Pitot,

pentru viteze între 1÷10 m/s — anemometre cu cupe.

pentru viteze între 0,01÷0,5 m/s se preconizează (în literatură) ca mișcarea să se obțină *prin deplasarea aparatului* într-o încăpere în care aerul să fie în repaos (tunel închis la capete). Această recomandare nu am făcut-o, aparatul ce-l prezint acoperind numai domeniul între 20 m/s și 0,5 m/s.

Se mai poate folosi la etalonare anemometrul cu fir cald ; acesta este însă delicat la manevrare, necesită el însuși reetalonări frecvente, domeniul său de măsură nu acoperă decît o parte din cel al aparatului prezentat aci, și deci nu rezolvă decît parțial problema.

În *fig. 3* sînt prezentate curbele de etalonare a două anemometre. Din aceste curbe se poate observa cum, indiferent de domeniul de măsură, aliura generală a curbelor este aceiași. Acest lucru apare ca evident, dacă avem în vedere fenomenul fizic care stă la baza principiului acestui aparat.

Într-adevăr, pentru un instrument dat, la viteze mai mici efectul de răcire este mai pronunțat, diferența de temperatură între aer și fir fiind mai mare. Spre viteze mari se tinde către un palier de saturație, care reprezintă de fapt viteza la care răcirea nu mai afectează sudura caldă.

Practic, odată trasată curba de etalonare a unui aparat, ea nu se mai schimbă la aceiași parametri de temperatură exterioară și intensitate a curentului de încălzire, decît dacă se produce o modificare a formei bobinei de încălzire. Pentru control se alege un punct fix căruia i se atribue o anumită viteză. Pentru a se repune apoi în concordanță indicațiile aparatului cu curba de etalonare, este suficientă reglarea intensității curentului de încălzire pînă la suprapunerea vitezei de control peste punctul fix.

Principalele surse de erori ce trebuiesc avute în vedere sînt următoarele :

1. La temperaturi ale aerului diferind între ele cu mai mult de 30° *nu se mai poate folosi aceiași curbă de etalonare*, deoarece după cum se știe forța electromotoare a cuplului cupru-constantan nu variază riguros linear cu temperatura.

2. La viteze sub 0,5 m/s trebuie ținut seama și de influența pe care o are încălzirea sudurii calde asupra aerului. Acesta se ridică în sus, producînd un efect de tiraj care diferă după

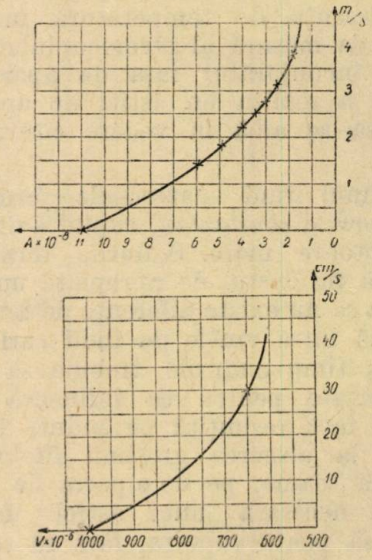


Fig. 3 Curbele de etalonare.

1 — La unul din aparatele noastre, domeniul de măsură 1—4 m/s, 2 — Din literatură, domeniul de măsură, 0 — 40 cm/s. Se vede punctul fix de control la 650 μV.

orientarea aparatului ; nu este deci același lucru dacă linia sudurilor e verticală sau orizontală. Evident, deosebirea e cu atît mai mare cu cît viteza de măsurat e mai mică.

3. La viteze mai mari (peste 1 m/s) se observă deseori o mișcare de vibrație a cadru-

lui de sîrmă. Aceasta duce la înregistrarea unei viteze medii mai mari decît cea reală, ceea ce se evită printr-o încastrare îngrijită a cadrului în suport.

4. O altă sursă de erori poate fi inerția termică a aparatului. Cu cît ne apropiem de viteza de saturație, temperatura de regim a sudurii calde se atinge mai greu. Este bine să lăsăm să treacă, în această zonă, 2 minute pînă ce facem citirea definitivă.

Este cazul să facem o scurtă paralelă între acest tip de termoanemometru și cel cunoscut, cu fir cald. Avantajele primului tip sînt: simplitatea construcției și a aparatajului de măsură auxiliar, gama mare de viteze pe care o acoperă și ușurința manevrării. Inconvenientele lui sînt: inerția mare (la viteze apropiate de cea de saturație) care face să nu se poată măsura viteze instantanee, ci doar valori medii; dificultatea de tipizare și însfîrșit volumul ceva mai mare, care poate în oarecare măsură să influențeze forma (și deci și viteza) vinei de fluid ce spală aparatul.

Principiul de funcționare al acestui aparat nu își epuizează posibilitățile cu modelul prezentat aci. Ne propunem să studiem o variantă conținînd o singură sudură, înfășurată într-o rezistență de încălzire, și în care viteză să fie dată de diferența între temperatura sudurii în cazul fluidului în repaos și în mișcare. Un astfel de anemometru ar prezenta avantajul unui volum mai redus.

O altă preocupare este și aceea a adaptării aparatului pentru lichide; evident, curenții de încălzire ce ar intra în joc aci ar fi cu mult mai mari.

Ca și anemometrul cu fir cald, aparatul descris poate aduce o serioasă contribuție în precizarea valorilor coeficienților de convecție ce intră în joc în schimburile sale de căldură, precum și în studiul fenomenului însuși.

INDRUMATOR LEGISLATIV

Numai măsurile și aparatele de măsurat de „uz casnic" sînt scutit de verificare de Stat periodică (art. 1-HCM 499-1953)

Organele de control, avînd sarcina de a constata neprezentarea la verificarea de stat a măsurilor și aparatelor de măsurat, trimit spre confirmare numeroase cazuri de contravenții privind această abatere.

În exercitarea dreptului de apărare, contravenienții motivează adeseori săvîrșirea contravenției susținînd că:

a) aparatajul metrologic nu era folosit
b) era folosit pentru uz intern
c) unitatea a încetat activitatea
d) aparatajul era depozitat în magazie ca rezervă
e) nu se fac operațiuni comerciale, se întrebuințează aparatajul pentru uz intern
f) aparatajul este defectat
g) se folosește aparataj defect spre a nu se opri producția
h) cooperativele meșteșugărești autorizate a face reparații sînt aglomerate, ș.a.m.d.

Linia urmată în îndeplinirea sarcinilor trasate prin decretul 21—1954 și prin întreaga legislație metrologică, nu este de a vîna abateri, ci de a le preîntîmpina. Întru-cît apararea făcută așa cum s-a exemplificat mai sus, nu este întemeiată și nici juridică, spre a veni în ajutorul acelora care nu sînt încă bine lămuriți asupra acestei probleme, necunoscînd dispozitițiile legale sau care, deși le cunosc, invocă apărări de acest fel spre a scăpa de sancțiuni, în rîndurile care urmează, aducem lămuriri în legătură cu aparatajul metrologic care în mod legal este scutit de a fi supus verificării de stat.

Din tabelul pentru fixarea termenelor și taxelor de verificare (aprobat prin H.C.M. nr. 477—1953) care cuprinde tot utilajul metrologic care trebuie supus verificării de stat, se poate observa, în dreptul anumitor măsuri și aparate de măsurat, literele F sau FR. Litera F înseamnă că aparatul respectiv se verifică numai o singură dată și anume la fabricație, iar literele FR arată că verificarea se face atît la fabricație cît și după fiecare reparație.

Tot restul aparatajului metrologic prevăzut în tabelul menționat mai sus, trebuie prezentat la verificare periodic, la termenele indicate în dreptul fiecăruia, adică la un an, la doi ani, etc., după caz.

Potrivit dispozițiunilor art. 12 și 14 din decretul 21—1954, *aparatajul metrologic care este supus verificării obligatorii de stat, suportă această verificare fie că este folosit, fie că este numai deținut* (fără a fi folosit).

Această măsură a fost luată deoarece aparatajul metrologic trebuie să fie pus la punct și verificat astfel ca în momentul cînd va fi folosit, să dea indicații exacte în producție, în circulația bunurilor sau în oricare altă împrejurare.

De la această obligativitate nu există nici o derogare.

Expresia „deținere" trebuie luată în sensul că aparatul respectiv nu este încă folosit, dar că este păstrat în vederea folosirii ulterioare. Acesta este rostul acestei expresii, tocmai pentruca să se înțeleagă că și aparatura care este deținută fără a fi folosită, trebuie să fie supusă verificării periodice de stat.

Sîntem de acord că este în adevăr posibil ca un aparataj metrologic să nu fie folosit mult timp, din diverse motive, (nu este necesar, este defect, nu se poate repara, unitatea s-a desființat, etc.) Potrivit art.10 din Regulamentul Verificărilor de stat (H.C.M. nr. 499—1953) și a corelativului său art. 5 din H.C.M. nr. 1271—56, se trasează celor ce numai folosesc aparatajul metrologic *obligativitatea* de a declara aceasta Serviciilor de Verificări Măsuri care vor lua măsurile de sigilare a acestei aparaturi. Prin sigilare, va rezulta garanția că aparatele nu vor mai fi folosite și, justificarea pentru posesori, de a nu le mai prezenta la verificare.

În practica organelor de control, s-au văzut multe cazuri cînd anumite întreprinderi sau profesioniști au produs acte că au încetat activitatea, dar, s-a constatat în urmă că aparatura continua să fie folosită împrumutată, închiriată, etc., fapte care trebuie să fie preîntîmpinate.

Ca încheiere, precizăm că prin *aparate de uz casnic* nu se pot înțelege decît acele aparate de măsurat întrebuințate de către particulari (iar nu în sector de stat) pentru nevoile gospodăriei, de exemplu: un cîntar de bucătărie, un cîntar de persoane din camera de baie, etc. Toate acestea se verifică obligator numai o singură dată, la fabricație.

Din momentul cînd un asemenea cîntar este folosit spre a efectua o tranzacțiune cu un producător, sau este împrumutat în afara casei, cîntarul se consideră intrat în circuit economic și trebuie supus verificării.

Trebuie arătat de asemenea că balanțele, cîntarele simple sau zecimale, folosite de agricultori, chiar dacă nu sînt scoase din casă sau din curte, nu pot fi considerate de „uz caznic" deoarece agricultorul întrebuințează asemenea aparate pentru circulația bunurilor pe care le produce.

Verificarea forței de apăsare la aparatele de măsurat lungimi

Ing. L. SCHAPIRA

В первой части напечатанной в № 9/1956 журнала „Прикладная метрология" статьи, отмечалось значение нажимного измерения и описывались различные приспособления роль которых заключалась в создании нажимной силы.

В настоящей части опи аны способы проверки нажимной силы отдельных наиболее распространенных приборов для линейного измерения.

★

Dans la première partie de l'article, publiée dans le no. 9/1956 de notre revue, on a montré l'importance de la pression exercée par les touches des instruments à mesurer les longueurs, et on a présenté différents dispositifs, dont le rôle est de creer cette pression.

La deuxième partie, que nous publiion ci-dessous, traite des modalités du contrôle de la presssion exercée par les plus usuels intruments à mesurer les longueurs.

Intr-un articol precedent s-a arătat importanța forței de apăsare la aparatele de măsurat lungimi și s-au prezentat diferite metode și dispozitive utilizate pentru producerea forței de apăsare.

Din cele descrise a reieșit că, pentru obținerea unor rezultate juste în măsurări este necesar ca apăsarea de măsurare să aibă o anumită valoare, cu variații cît mai mici posibile în timpul măsurărilor. O apăsare de măsurare prea mare poate conduce la deformații nedorite, fie prin aplatisarea suprafeței piesei, fie prin deformația piesei sau a suporților care susțin aparatele de măsurat.

Deformațiile la aplastisare, pentru un corp limitat la capete de suprafețe sferice se pot calcula, după Hertz, conform relației:

$$A = \sqrt[3]{\frac{9\,F^2\,(\Delta_1 - \Delta_2)^2\left(\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right)}{16^2}} \qquad (1)$$

în care:

A = deformația la aplatisare în cm;

F = forța de apăsare în kg;

r_1 și r_2 = razele sferelor în cm

$\Delta = \frac{4}{E}(1-\varkappa)$ în care E este modulul de elasticitate în kg/cm² și $\varkappa$ este coeficientul lui Poisson.

Din cercetări recente s-a constatat că coeficienții relației (1) se pot reduce cu 9,5% și în acest sens se obține:

$$A = 1{,}9123\sqrt[3]{F^2\left(\frac{1}{D_1}+\frac{1}{D_2}\right)}\,(\mu) \qquad (2)$$

în care D_1 și D_2 sînt diametrele suprafețelor sferice terminale.

În cazul cînd cele două sfere au același diametru, deformația este dată de relația:

$$A = 2{,}4093\sqrt[3]{\frac{F^2}{D}}\,(\mu) \qquad (3)$$

Pentru calculul aplatisării unei sfere aflată între două suprafețe plane, Hertz recomandă relația:

$$A = 3{,}8246\sqrt[3]{\frac{F^2}{D}}\,(\mu) \qquad (4)$$

Aplatisarea corpurilor de formă cilindrică nu poate fi determinată după formulele lui Hertz. Pentru acest caz se recomandă următoarea formulă empirică:

$$A = 0{,}923\,\frac{F}{L}\sqrt[3]{\frac{1}{D}}\,(\mu) \qquad (5)$$

în care L este lungimea de contact în mm dintre suprafața plană și cilindrică.

Din cele arătate reiese clar că presiunea de apăsare respectiv deformarea la aplatisare, poate varia în limite destul de largi la o forță de apăsare constantă, în funcție de forma și dimensiunea palpatorului și a piesei de măsurat.

În cazul măsurării diametrului mediu la filete, cu ajutorul sîrmelor de filet, sub acțiunea forței de apăsare a aparatului care măsoară cota peste sîrme, acestea suferă o aplatisare pe suprafețele de contact cu flancurile filetului și cu suprafețele de măsurat ale aparatului. Datorită acestui fapt, cota peste sîrme indicată de aparatul de măsurat este mai mică decît cea reală.

Eroarea de indicație Δl, datorită forței de apăsare este dată, în acest caz, de relația:

$$\Delta l = 4\sqrt[3]{\frac{F^2}{d_s}}\,(\mu) \qquad (6)$$

în care d_s este diametrul nominal al sîrmei în mm.

În consecință pentru a obține valori reale este necesar ca indicațiile aparatului să fie corectate în acest sens.

În cazul măsurării aceluiași diametru mediu utilizînd aparate de măsurat diferite, cu forțe de apăsare deosebite ca valoare, rezultatele obținute nu pot fi considerate comparabile decît după aplicarea corecțiilor respective.

În ce privește aparatele de măsurat indicatoare care se utilizează montate pe suporți, trebuie menționat că datorită acțiunii forței de apăsare și a variațiilor ei, brațul de susținere al aparatului poate să sufere deformații la încovoiere. Pentru a reduce la minimum aceste deformații se impune ca lungimea acestui braț să nu fie mai mare decît este necesar, să aibă greutatea proprie mică (secțiune tubulară) și secțiunea aleasă, cu un moment de inerție mare.

Deformația la încovoiere Δlg a brațului de susținere, datorită forței de apăsare este dată de relația

$$\Delta l = 1000 \frac{l^2 \cdot F \cdot h}{E \cdot I} (\mu) \qquad (7)$$

în care:

l = lungimea brațului de susținere în mm;
F = forța de apăsare în kg;
h = înălțimea suportului în mm
E = modul de elasticitate în kgf/mm²

Deformația la încovoiere Δlg a brațului de susținere, sub acțiunea greutății proprii G (este dată de relația:

$$\Delta lg = 125 \frac{G \cdot l^2}{E \cdot I}$$

Toate cele arătate pînă acum arată clar necesitatea controlului apăsării de măsurare în vederea stabilirii mărimii ei precum și a variațiilor ei maxime.

În acest scop vor fi analizate pe rînd modalitățile de verificare a forței de apăsare la unele din aparatele cele mai utilizate: micrometre, comparatoare cu cadran, minimetre, optimetre etc.

În general forța de apăsare se poate măsura fie direct prin încărcare cu greutăți, fie indirect, cu ajutorul unui dinamometru sau a unei balanțe.

La micrometrele de exterior, apăsarea de măsurare este dată de un dispozitiv denumit dispozitiv de limitare a apăsării.

Acesta este în așa fel construit, încît asigură o uniformitate de strîngere a piesei între suprafețele de măsurare.

Observație: La micrometrele de construcție modernă, rozeta acestui dispozitiv este plasată pe tambur, iar rozeta de manipulare directă a tamburului are diametrul mult mai mic decît acesta și este așezată la extremitatea tamburului (fig. 1).

Verificarea forței de apăsare prin încărcarea directă cu greutăți, este recomandată de prescripțiile poloneze (GUM).

Pentru aceasta se procedează în modul următor:

Micrometrul este fixat într-un dispozitiv special, cu tija șurubului micrometric îndreptată vertical în sus (fig. 2).

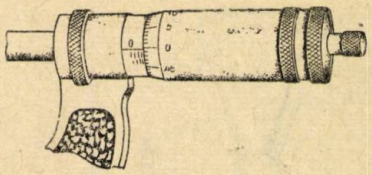


Fig. 2

Se atașează apoi la tijă un dispozitiv prevăzut cu un taler pentru încărcarea greutăților. Dispozitivul este prevăzut, la partea superioară, cu o deschizătură, care permite aplicarea lui pe tija șurubului micrometric. Greutatea dispozitivului, împreună cu a talerului, este cunoscută și este înscrisă pe acesta. Se adaogă greutăți pînă la valoarea forței de apăsare minime prescrise și se rotește tamburul prin intermediul dispozitivului de limitare a apăsării.

Procedînd în acest fel se pot întîmpla două cazuri:

— În primul rînd se poate întîmpla ca tija șurubului micrometric să se rotească. În această ipoteză se adaogă greutăți pînă se obține valoarea corespunzătoare forței maxime de apăsare. Adăogînd aceste greutăți tija șurubului nu trebuie să se mai rotească. În caz contrar rezultă că forța de apăsare a micrometrului este prea mare.

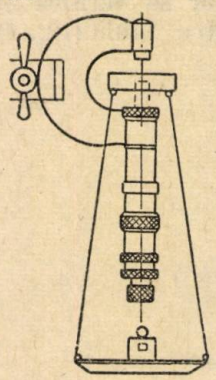


Fig. 2

— În cea de a doua ipoteză tija șurubului nu se rotește. Aceasta înseamnă că forța de apăsare produsă de dispozitivul respectiv este prea mică.

Valorile pentru forța de apăsare, conform prescripțiilor poloneze*) sînt următoarele:

Pentru micrometrele cl. 1 și cl. 2...700 ± 200 gf.
Pentru micrometrele de cl. 3...1000 ± 500 gf.

Prescripțiile sovietice precum și instrucțiunile de verificare ale Direcției Generale de Metrologie recomandă ca verificarea să fie făcută cu ajutorul unei balanțe semiautomate cu cadran.

Pentru aceasta se așează micrometrul într-un suport, în așa fel încît tija șurubului micrometric să fie îndreptată vertical deasupra talerului (fig. 3). În cazul cînd talerul nu are o suprafață plană, pe el este așezată în prealabil o placă metalică cu suprafețe plane și orizontale.

*) Revista Mechanik Nr. 4—6/1950.

Se rotește șurubul micrometric prin intermediul dispozitivului de limitare a apăsării, pînă ce suprafața de măsurare a acestuia vine în contact cu suprafața talerului. Se continuă rotirea pînă cînd dispozitivul de limitare a apăsării

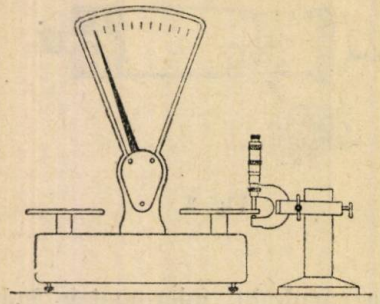


Fig. 3

se rotește în gol și deci șurubul micrometric nu mai înaintează.

Observație. Trebuie neapărat observată condiția ca în timpul coborîrii talerului, datorită înaintării șurubului, acesta să nu se sprijine pe suprafața nicovalei. În această situație pe cadranul balanței se citește apăsarea corespunzătoare forței produsă de dispozitivul de limitare a apăsării.

STAS 1374—55 și GOST 6507 — 53 prescriu, pentru micrometrele de exterior, indiferent de clasa de precizie, o forță de apăsare de 700 $\pm$ 200 gf, pe cînd în prescripțiile germane sînt date valorile 750 ... 1000 gf.

În mod cu totul asemănător se verifică și micrometrele de exterior pentru tablă (fig. 4)

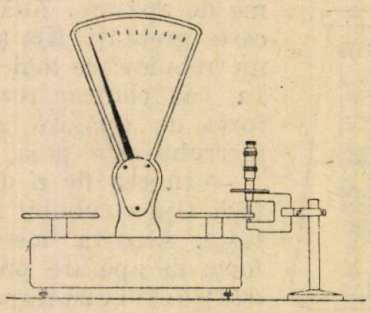


Fig. 4

pentru care însă Gostul prescrie o forță de apăsare mai mică și anume de 300 $\pm$ 200 gf.

În tabela 1 sînt date, cu titlu informativ, cîteva valori ale forțelor de apăsare obținute cu ocazia unui studiu făcut asupra a cîteva micrometre de exterior, de fabricație indigenă și străină.

Operînd asupra lungimii resortului de la dispozitivul de limitare a apăsării a unui micrometru 0...25mm s-a constatat că forța de apăsare, care variază proporțional cu lungimea resortului, capătă valorile din tabela 2.

Tabela 2

Lungimea resortului mm	Forța de apăsare gf
7,2	850
7	760
6,8	725
6,6	670
6,5	650
6,4	625
5,3	615
5,1	600
4,9	587

Interpretînd grafic rezultatele din tabela 2 se obține curba reprezentată în fig. 5.

Modul de verificare a forței de apăsare la un micrometru de adîncime este arătat în fig. 6.

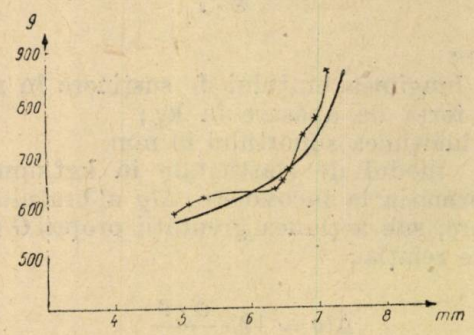


Fig. 5

În acest scop micrometrul este fixat într-un suport, cu șurubul îndreptat vertical deasupra talerului balanței, procedeul de verificare fiind același cu cel al micrometrelor de exterior. Forța de apăsare în acest caz, trebuie să fie cuprinsă conform prescripțiilor din instrucțiunile de verificare ale D.G.M., între 10 S și 15 S (S reprezintă aria suprafeței de măsurare a tijei evaluată în mm², forța de apăsare fiind dată în grame). Se mențio-

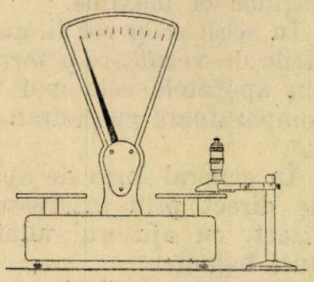


Fig. 6

Tabela 1

Limita de măsurare mm	Fabrica constructoare	Forța de apăsare gf
0...25	21 Decembrie-București	710 ;770 ;745
25...50		800 ;750 ;800
0...25	C. Zeiss R.D.G.	800 ;850
25...50	Matra Cehoslovacia	710 ;750
50...75	Somet ,, ...	720 ;760
75...100	,, ,, ...	525 ;550

nează că în cazul cînd suprafața de măsurare este mică sau sferică, forța de apăsare nu va fi, în nici un caz, mai mică de 100 gf.

În prescripțiile sovietice se admite la micrometrele de adîncime o forță de apăsare de 450 ± 150 gf.

Verificarea apăsării de măsurare la micrometrele de interior se face numai la cele cu fălci. Pentru aceasta se fixează micrometrul într-un suport special, în așa fel încît șurubul micrometric cu falca mobilă să fie îndreptat vertical deasupra talerului balanței (fig 7).

Rotind șurubul micrometric prin intermediul dispozitivului de limitare a apăsării, se apasă

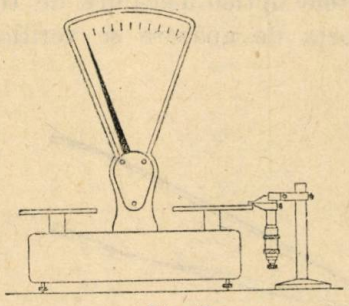


Fig. 7

pe talerul balanței cu fața de măsurare a fălcii mobile a micrometrului pînă cînd dispozitivul de limitare a apăsării se rotește în gol. În acest moment se citește pe cadranul balanței, apăsarea produsă.

Conform prescripțiilor din instrucțiunile de verificare D.G.M. și celor sovietice, forța de apăsare trebuie să fie de 700 ± 200 gf.

Verificarea forței de apăsare la comparatoarele cu cadran se face, în majoritatea cazurilor, cu ajutorul unei balanțe semiautomate. Desigur că această verificare poate fi făcută și prin încărcarea directă cu greutăți a tijei de palpare dar această metodă este greoaie.

În cazul unei verificări foarte exacte se pot utiliza dispozitive mai pretențioase ca precizie, cum sînt de exemplu cele piezoelectrice.

Verificarea forței de apăsare cu ajutorul balanței semiautomate se face în felul următor :

Se fixează comparatorul cu cadran pe un suport reglabil în înălțime și se coboară pînă

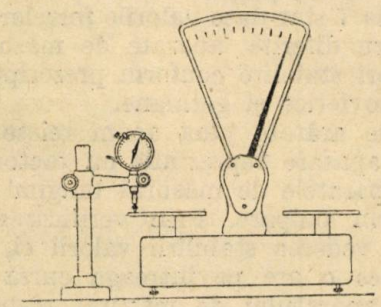


Fig. 8

cînd vîrful tijei de palpare apasă pe talerul balanței (fig. 8). Se stabilește care este forța de apăsare corespunzătoare începutului, mijlocului și sfîrșitului cursei de măsurare.

Pentru comparatoarele cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, instrucțiunile de verificare D.G.M. prescriu o forță de apăsare de 120 ± 40 gf, cele sovietice prescriu 100 ± 25 gf iar no mele germane 105 ± 35 gf.

La comparatoarele cu cadran cu valoarea diviziunii de 0,001 mm, forța de apăsare ajunge la 400 ... 500 gf în prescripțiile sovietice, pe cînd în cele germane la 180 gf. Prescripțiile poloneze GUM prescriu, pentru toate comparatoarele cu valoarea diviziunii de 0,01 ; 0,005 ; 0,002 și 0,001 mm, ca forța de apăsare să nu depășească 400 gf.

În articolul despre forța de apăsare, publicat în revista „Metrologia Aplicată Nr. 9, s-a arătat că forța de apăsare variază cu sensul deplasării tijei de palpare. Pentru ilustrarea acestui fapt se dau în tabelele 3 și 4 rezultatele obținute cu ocazia studiului făcut asupra a două comparatoare ca valoarea diviziunii de 0,01 mm și cursa de măsurare 0 ... 10 mm, primul fabricat în U.R.S.S. (tip „Calibr"), iar al doilea fabricat în țară de uzinele „21 Decembrie".

Comparator „Calibr"

Tabela 3

La deplasarea directă a tijei		La deplasarea inversă a tijei	
Deplasarea acului mm	Forța de apăsare gf	Deplasarea acului mm	Forța de apăsare gf.
0,18	73	10,18	100
1,19	82	9,02	98
2,38	90	8,05	96
3,15	94	7,25	95
4,28	100	6,12	94
5,39	107	5,00	92
6,47	110	4,17	89
7,34	112	3,19	82
8,56	115	2,26	75
9,28	119	1,28	68
10,20	128	0,16	65

Comparator „21 Decembrie"

Tabela 4

0,08	101	10,12	125
1,30	109	9,14	120
2,55	116	8,12	115
3,20	129	7,23	112
4,22	131	6,15	110
5,15	135	5,16	106
6,30	138	4,22	104
7,40	142	3,18	102
8,28	148	2,16	98
9,36	150	1,30	95
10,15	162	0,34	90

Interpretarea grafică a rezultatelor din tabelele 3 și 4 este dată în figurile 9 și 10. Se observă că forța de apăsare, variază la comparatorul „Calibr", la ridicarea tijei de palpare, de la 73 la 128 gf iar la comparatorul „21 Decembrie" de la 101 la 162 gf. La coborîrea tijei se obține o variație de la 100 la 65 gf respectiv de la 125 la 90 gf.

Faptul că forța de apăsare variază în raport cu sensul de deplasare a tijei de palpare, impune neapărat ca la verificarea indicațiilor comparatoarelor cu cadran cu ajutorul șuruburilor micrometrice de clasa 0, a microscoapelor de atelier

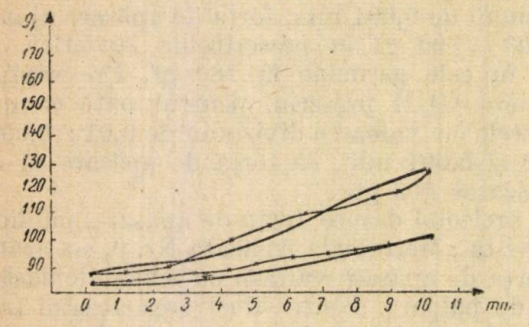


Fig. 9

și universale sau a mașinilor de măsurat Abbe, să se procedeze la verificarea în ambele sensuri de deplasare a tijei de palpare.

La aparatele cu scară bilaterală de tipul minimetrului, verificarea forței de apăsare se

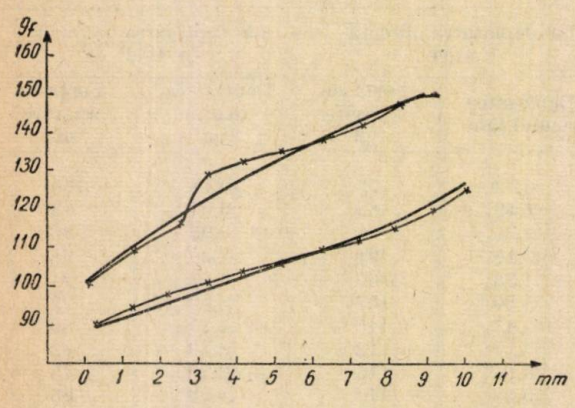


Fig. 10

face pe o balanță semiautomată cu cadran, în trei poziții ale acului indicator : la începutul, mijlocul și sfîrșitul scării gradate.

La minimetru, forța de apăsare, conform prescripțiilor sovietice, este de 400 ± 100 gf.

În tabela 5 sînt date valorile forței de apăsare

Tabela 5

Deplasarea acului μ	Forța de apăsare gf					val. medie gf
− 30	270	275	260	270	270	269
− 15	410	390	350	360	390	380
0	500	500	450	440	510	480
+ 15	600	625	530	580	620	591
+ 30	660	700	600	650	680	658
+ 30	420	415	420	410	420	417
+ 15	360	365	350	355	350	356
0	300	325	315	320	325	317
− 15	240	270	275	265	260	262
− 30	200	200	190	235	200	205

obținute la verificarea unui minimetru cu valoarea diviziunii de 0,001 mm cu limitele de măsurare de $\pm$ 0,03 mm, de fabricație „21 Decembrie".

Interpretarea grafică a rezultatelor din tabela 5 este dată în figura 11. Se observă că la ridicarea tijei de palpare forța de apăsare medie variază de la 269 la 658 gf, iar la coborîre scade de la 417 la 205 gf.

În mod asemănător se face verificarea forței de apăsare la ortotest, milimes, pasametru, micrometru cu pîrghii etc.

Valorile forței de apăsare admise la aceste aparate sînt date în tabela 7.

La aparatele optico-mecanice de tipul optimetrului, forța de apăsare se verifică tot cu

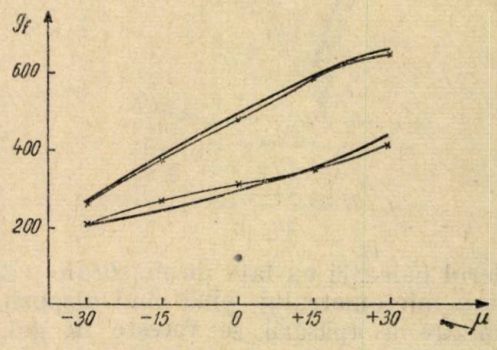


Fig. 11

ajutorul unei balanțe semiautomate cu cadran, cu sarcina maximă de 1 kg.

Tubul optimetrului propriu zis, fixat pe suportul lui vertical, se coboară cu ajutorul piuliței suportului pînă ce vîrful de palpare atinge talerul balanței.

Verificarea se execută în trei puncte ale scării optimetrului : două extreme și unul mijlociu. Forța de apăsare prescrisă în instrucțiunile de verificare D.G.M. și în cele sovietice este de 200 ± 20 gf pentru optimetrele obișnuite și de 120 ± 20 gf pentru optimetrele cu proiecție.

În tabela 6 sînt date valorile obținute de prof. G. Berndt*), la aparate diferite de măsurat lungimi, pentru variația forței de apăsare, la acționarea tijei de palpare în cele două sensuri.

În tabela 7 sînt date valorile forțelor de apăsare pentru diferite aparate de măsurat lungimi, valori stabilite conform prescripțiilor românești, sovietice și germane.

Din cele arătate pînă acum reiese clar că forța de apăsare reprezintă un factor important la aparatele de măsurat lungimi care lucrează prin palpare. Prin verificarea acestei forțe, în vederea stabilirii valorii ei, cît și a variației ce o are pe întreaga cursă de măsurare a aparatului de măsurat respectiv, se asigură obținerea, în măsurări, a unor rezultate juste și fidele, condiții de bază ale oricărei măsurări precise.

*) La Politehnica din Dresda

Tabela 6

Denumirea aparatului	Valoarea diviziunii μ	Forța de apăsare gf				Variația forței de apăsare gf		
		La ridicarea tijei de palpare		La coborîrea tijei de palpare				
		inițială F_i	finală F_f	inițială F'_i	finală F'_f	$F_f - F_i$	$F'_i - F'_f$	$F_f - F'_f$ max.
Aparate de măsurat mecanice (minimetre, ortotest, etc)	2	175	270	255	170	95	85	100
Comparatoare cu cadran cu tija de palpare acționată continuu	10	90	120	60	60	30	0	60
Microcator	1	220	250	250	220	30	30	30
Aparate de măsurat optice	1	224	230	200	190	6	10	40
Aparate de măsurat electrice	1	310	380	370	300	70	70	80

Tabela 7

Nr. crt.	Denumirea aparatului	Forța de apăsare în grame forță prescripții			Observații
		Românești	Sovietice	Germane	
1	Micrometru de exterior	700±200	700±200	750...1000	
2	Micrometru pentru tablă		300±200		
3	Micrometru de adîncime	10 S...15S min. 100	450±150		S = aria suprafeței de măs. a tijei în mm²
4	Micrometru de interior cu fălci	700±200	700±200		
5	Micrometru cu pîrghii		700±200	~1000	
6	Comparator cu cadran 1/100 mm.	120± 40	100± 25	80...150	
7	Comparator cu cadran 1/1000 mm	100± 30		~180	
8	Comparator cu cadran tip pupitast		100± 50	~ 25	La prescripțiile sovietice forța de apăsare depinde de limitele de măs.
9	Comparator cu cadran pt. lezaje		150...700	~ 500	
10	Pasametru		700±200	~1000	
11	Pasimetru			300...600	La prescripțiile germane forța de apăsare depinde de limitele de măsurare.
12	Ortotest			~ 200	
13	Milimes		max. 100	~ 250	
14	Minimetru		40±100	~ 600	
15	Microcator		200± 30	200...300	
16	Mașina de măsurat verticală Abbe		75...250	135...195	
17	Mașina de măsurat universală Abbe		200± 20	150...250	
18	Optimetru	200± 20		~200	
19	Optimetru cu proiecție	120± 20		~120	
20	Comparator electric de tip cu contacte		200±100	120...190	
21	Comparator electric tip sovietic MEGAZ		1000		

Folosirea instalațiilor automate și electronice la aparatele de cîntărit

S. S. SCEDROVIȚKI

Presa periodică din străinătate acordă o atenție mare folosirii cîntarelor la controlul automat al producției și la comanda proceselor tehnologice de producție din industria chimică și alimentară, din metalurgie, din industria materialelor de construcții și din multe alte ramuri ale industriei.

Materialele publicate permit a se trage anumite concluzii cu privire la tendințele actuale ale dezvoltării construcției de cîntare și în deosebi în domeniul cîntarelor speciale.

Ceea ce caracterizează construcția de cîntare este folosirea dispozitivelor electrice și electronice, care permit întrebuințarea cîntarelor ca sezisoare ale sistemelor de reglare automată, măsurători la distanță, înregistrarea rezultatelor cîntăririi și realizarea măsurărilor în cursul transportului mărfurilor.

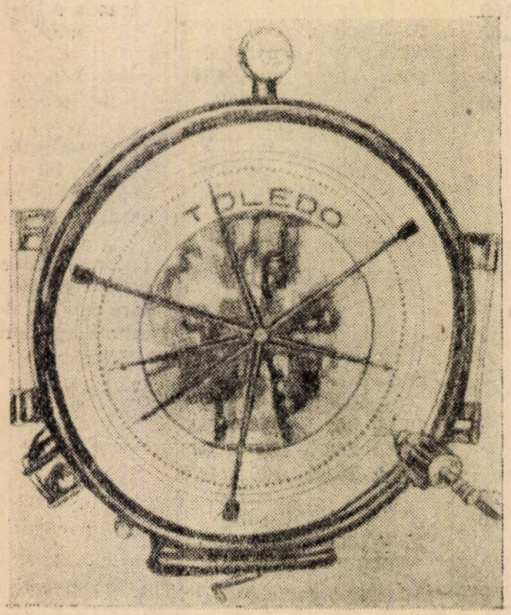


Fig. 1

Elementele fotoelectrice sînt mult utilizate la cîntarele cu cadran (fig. 1), fabricate în serie de industrie. Astfel de elemente pot fi montate în dreptul oricărui semn pe cadran.

Cînd acul indicator întrerupe raza de lumină proiectată (incidentă) asupra celulei fotoelectrice, apare un semnal electric care fiind amplificat, este folosit de exemplu pentru comanda vanelor care reglează alimentarea calei așezată pe cîntar, cu materialul cîntărit.

În fig. 2 este reprezentată schema de principiu a unei instalații chimice cu cîntare comandate automat.

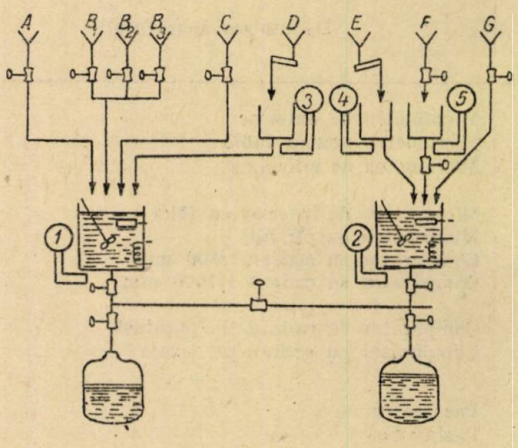


Fig. 2

La apăsarea butonului de comandă, începe alimentarea simultană a rezervoarelor 1, 2, 3, 4 și 5, așezate pe cîntare, cu componentele (substanțele) C, D, E, F, și G.

Cîntarul (1) comandă alimentarea rezervorului cu trei (substanțe) componenți (fig. 2). La umplerea rezervorului cu cantitatea necesară de substanță C, cîntarul închide automat accesul acesteia și deschide conducta prin care începe să intre susbtanța B, etc.

Folosirea cîntarelor 3, 4 și 5 și a instalației electrice corespunzătoare de blocare, asigură succesiunea necesară de alimentare cu componente, în funcție, de exemplu, de temperatura de încălzire a lichidului din rezervoarele 1 și 2, prevăzute cu încălzitoarele corespunzătoare.

Un exemplu interesant de folosire a cîntarelor automate cu cadran îl constituie uzina

automată proiectată de către firma elveţiană „Oerlicon".

Secţia de dozare a acestei uzine este prevăzută pentru realizarea diferitelor reţete, fiecare din acestea putînd cuprinde pînă la 16 din totalul de 24 de ingrediente.

Greutatea fiecărui component (ingredient) este cuprinsă între 450 g şi 80 kg. Buncherele respective sînt aşezate în trei grupuri, fiecare din ele fiind deservit de un cîntar. La primul cîntar se cîntăresc cantităţi pînă la 4,5 kg, la al doilea pînă la 45 kg şi la al treilea — peste 45 kg.

Comanda funcţionării cîntarelor şi a buncherelor se realizează de la un panou central şi este complet automatizată.

Reţetele necesare sînt introduse, sub formă de fişe perforate, în panoul de comandă.

Reglarea cîntarelor pentru cîntărirea cantităţilor necesare şi punerea în funcţiune a alimentatorului vibrator sau a şurubului melc de alimentare corespunzător, cu ajutorul cărora, materialul cîntărit este introdus în cala (terezia) cîntarului, se execută automat, conform programului prescris prin fişa perforată.

Alimentatoarele sînt scoase din funcţiune la semnalul lansat de cîntar în momentul atingerii greutăţilor necesare, cînd cala (terezia) cîntarului se goleşte, după care sistemul de comandă automată reglează cîntarul în vederea cîntăririi ingredientelor următoare.

Cîntarele cu cadran, combinate cu aparate automate moderne, au permis soluţionarea problemei complicate a cîntăririi precise de raţii de materiale lipicioase sau greu curgătoare.

Conform proiectului noilor condiţii britanice, abaterea între greutatea mărfii în ambalaj standard şi valoarea nominală nu trebuie să depăşească 0,5% din aceasta din urmă.

Cercetările făcute de firma „Imperial Chemical Industries Ltd" au arătat că această condiţie poate fi satisfăcută pentru multe din materiale, numai în cazul cîntăririi directe în ambalajul respectiv. Aici însă s-a pus problema eliminării automate a influenţei variaţiei greutăţii ambalajului. Automatul elaborat în acest scop se prezintă în forma unui cîntar cu cadran, pe al cărui ac indicator este fixat un disc transparent uşor, avîmd diametrul de aproximativ 125 mm. Acest disc, prevăzut cu 1440 de repere, este plasat între sursa de lumină şi celula fotoelectrică. La rotirea discului, fiecare din reperele (semnele) sale, intersectînd fascicolul de lumină, determină un impuls în circuitul celulei fotoelectrice. Aceste impulsuri sînt amplificate şi apoi integrate de un contor electronic. În consecinţă, numărul de impulsuri arată abaterea acului indicator faţă de poziţia zero şi deci greutatea cîntărită.

Eliminarea influenţei greutăţii ambalajului se realizează în felul următor:

Cîn ambalajul este aşezat pe platforma cîntarului, acul indicator al acestuia, împreună cu discul, sînt puse în mişcare şi în circuitul celulei fotoelectrice se produc impulsuri. Contorul fiind izolat, impulsurile intră în circuitul releului care comandă anclanşarea contorului. După ce ambalajul a fost echilibrat şi discul se opreşte, se întrerupe alimentarea circuitului releului cu impulsuri, astfel încît contorul de impulsuri este pus în circuit după scurgerea unui anumit interval de timp (sub acţiunea unui releu de temporizare). În acelaşi timp se pune în funcţiune alimentatorul şi materialul începe să umple ambalajul. Contorul este aşezat dinainte la numerele corespunzătoare la două valori ale greutăţii La atingerea primei valori, are loc comutarea limitatorului pe debitul redus şi la atingerea valorii a doua— oprirea completă a alimentatorului. A doua întrerupere a ansării impulsurilor declanşează releul care pune în funcţiune aparatul imprimator. Îndicaţiile contorului de impulsuri sînt materializate de către o maşină electrică de imprimat, sub formă de cifre, care reprezintă greutatea raţiilor nete, cu precizia pînă la valoarea de cîntărire a unei diviziuni a discului.

Cu ajutorul acestui sistem se poate asigura suplimentar imprimarea greutăţii ambalajului, formarea amestecurilor de diferite componente şi o serie de alte operaţii automate.

Cîntare de mărfuri cu cadran, cu echilibrare automată a ambalajului, au fost expuse şi la expoziţia din Hanovra, din vara anului 1955.

Folosirea elementelor fotoelectrice permite întrebuinţarea la automatizarea producţiei şi a balanţelor obişnuite cu pîrghii prevăzute cu dispozitiv de citire cu cadran, ceea ce adesea este foarte comod.

În acelaş timp, sistemele bazate pe folosirea cîntarelor obişnuite sînt caracterizate printr-un mare neajuns, datorat dificultăţilor obţinerii semnalului electric continuu, dependent de sarcina de pe cîntar. Aceasta la rîndul său nu permite folosirea metodelor reglării proporţionale, avantajoasă atît din punct de vedere al reducerii duratei cîntăririi, cît şi din punct de vedere al preciziei.

De asemenea, cîntarele obişnuite cu pîrghii, sînt caracterizate şi prin perioada mare de oscilaţii, ceea ce le face nepotrivite pentru sesizarea variaţiilor rapide de greutate şi pentru măsurarea greutăţii cînd marfa se deplasează cu viteză mare.

Din acest punct de vedere, un pas mare înainte îl constituie cîntarele electrotensometrice, care şi-au găsit întrebuinţări multiple în industrie şi în transport.

La cîntarele electrotensometrice se folosesc elemente dinamometrice (fig.3) fabricate în serie, formate dintr-o tijă dreptunghiulară cu greutatea determinată, pe care sînt lipiţi tensotransductori (tensosesizori) de rezistenţă, confecţionaţi din sîrmă.

Reţeaua sensibilă a doi transductori (sesizori) este orientată în lungul axei tijei, iar a celorlalţi doi transductori (sesizori) — în direcţie perpendiculară. Conectarea transductorilor se face în punte.

Elementele dinamometrice pot lucra atît la tracțiune cît și la compresiune. La încărcare, tija se deformează împreună cu tensotransductorii lipiți pe suprafața ei, astfel încît rezistența acestora se modifică iar puntea se dezechilibrează, din care cauză în diagonala ei apare o tensiune c re depinde de valoarea sarcin i suportată de tijă.

Elementele dinamometrice se confecționează pentru diferite limite de măsurări, variind de la 45 la 90 000 kg. Diametrul lor este în funcție de sarcină, de la 75) înă la 180 mm, iar înălțimea de la 125 pînă la 250 mm.

Elementele dinamometrice pot funcționa cu alimentare de curent continuu sau alternativ, la temperatura ambiantă de —18°C.... 460°C și ele suportă suprasarcini statice și dinamice de 120% (suprasarcina de 150% poate avea drept consecință o neînsemnată deplasare a punctului de zero). Deformația tijei măsurătoare în plină sarcină este de 0,1 ....0,25 mm.

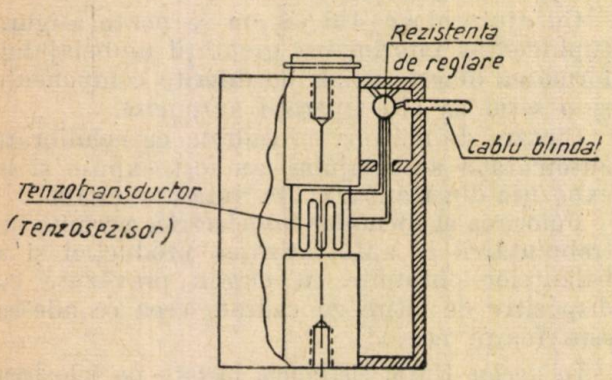


Fig. 3

Folosirea elementelor dinamometrice a dus la modificări radicale în construcția cîntarelor.

Prin sprijinirea platformei port sarcină direct pe mai multe elemente dinamometrice (3 ... 16,) se obțin cîntare fără sistemul tradițional cu pîrghii. Prin aceasta se exclude frecarea, influența deformațiilor pîrghiilor, neconc rdanța între rapoartele de transmisie ale unor circuite cinematice și alte surse de erori. De asemeni se micșorează mult dimensiunile de gabarit și cantitatea de metal folosit în construcție și se reduce volumul lucrărilor de construcție necesare pentru amenajarea fundațiilor pentru podurile bascul : de vagoane, auto-camioane și alte cîntare stabile.

În cazurile cînd se urmărește folosirea unui singur element dinamometric, platforma port-sarcină se sprijină pe un sistem cu pîrghii, a cărui pîrghie de transmisie este legată cu elementul dinamometric.

Dar și în acest caz, construcția sistemului cu pîrghii suportă modificări substa țiale. În special, faptul că elementul dinamometric are cursa mică permite folosirea articulațiilor elastice în locul cuțitelor și al pernițelor. Astfel de cîntare și-au găsit aplicații, de exemplu, la brutării.

În fig. 4 este arătat un cîntar de pod rulant electrotenzometric de 50 tone, iar în fig. 5 este arătat modul de montare a elementelor dinamometrice pe reazemele unui rezervor, permițînd cîntărirea continuă a conținutului acestuia. În același fel, elementele dinamometrice sînt folosite ca reazime ale platformei de la cîntarele de vagoane, de vehicule, sau de la cîntarele cu

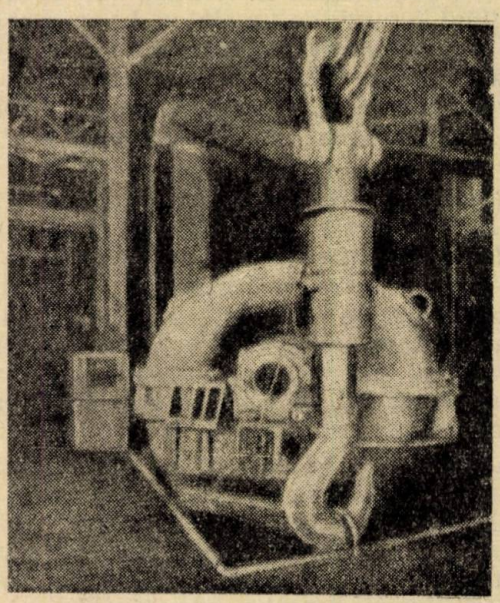


Fig. 4

cupă (terezie). Elementele dinamometrice pot fi înglobate în suspensia monoșinei (monoraiului) sau în batiul transportorului.

Citirea și înregistrarea indicațiilor cîntarelor electrotenzometrice se fac la distanță pînă la 60 de metri, folosindu-se schema compensatoare automată (fig. 6).

La intrarea amplificatorului (1), se aplică diferența între tensiunea culeasă de pe dia-

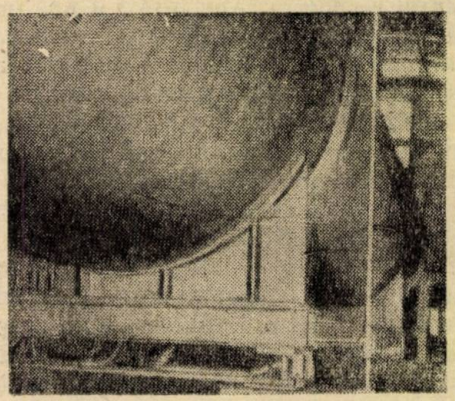


Fig 5

gonala punții de măsurat a unui sau mai multor elemente dinamometrice și tensiunea culeasă de pe diagonala punții compensatoare (2). Schema este reglată cu ajutorul divizorului de tensiune (3), astfel încît, în cazul cînd cîntarul este fără

sarcină, această diferență dintre tensiuni să fie egală cu zero. La încărcarea cîntarului apare o diferență de tensiuni care acționează prin amplificator servomotorul (4), sensibil la variațiile de fază. Arborele servomotorului este legat la un racord care constituie brațul punții compensatoare, cu dispozitiv de citire sau de înregistrare (5).

Servomotorul se rotește pînă ce tensiunea culeasă de pe diagonala punții compensatoare nu se egalează cu tensiunea din diagonala punții de măsurat. Unghiul de rotire a motorului, care depinde de valoarea sarcinei așezate pe cîntar, este transformat cu ajutorul unei transmisii mecanice, în abaterea acului indicator, în rotirea tamburilor contoarelor integratoare, sau el pune în acțiune auto-înregistratoarele și dispozitivele imprimatoare.

În cazul folosirii cîntarelor electrotenzometrice pentru comanda automată a consumului lichidului scurs din rezervor, se poate folosi de exemplu schema reprezentată în fig. 7.

Rezervorul (1) este așezat pe elementele dinamometrice (2) legate la schema compensa-

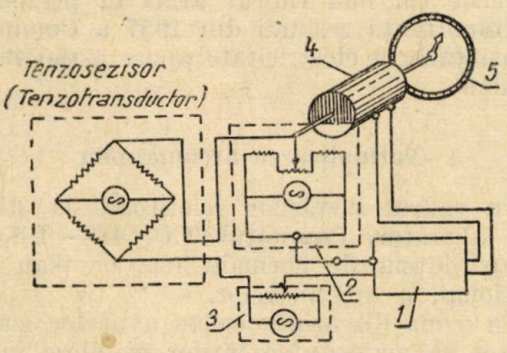


Fig. 6

toare (3) (analoagă cu cea reprodusă în fig. 6), legată de servomotor). Turația servomotorului depinde de viteza de variație a greutății rezervorului, adică de debitul lichidului care se scurge din el. Arborele servomotorului este legat de diferențialul (4), cel de al doilea arbore al acestuia fiind legat de motorul (5), care se rotește cu o viteză constantă, care determină debitul necesar de lichid.

În cazul cînd acest debit diferă de debitul fixat, vitezele unghiulare ale servomotorului și ale motorului (5) încep să se diferențieze

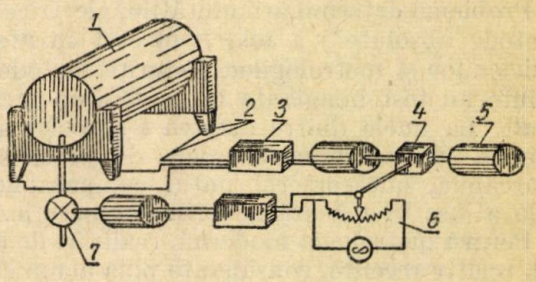


Fig. 7

între ele și arborelele de eșire al diferențialului, imobil cînd aceste viteze unghiulare sînt egale, începe să se rotească, producînd cu ajutorul divizorului (6) un semnal electric ce comandă vana (7). Operația continuă pînă ce debitul de lichid care trece prin vană revine la valoarea fixată.

După cum rezultă din publicațiile apărute, cîntarele electrotenzometrice asigură posibilitatea măsurărilor cu o eroare ce nu depășește 0,1 ... 0,2% din limita superioară a indicațiilor și ele satisfac cerințele impuse cîntarelor folosite în comerț, la deconturi reciproce și la alte operații comerciale. În mai multe din statele din S.U.A., folosirea lor este admisă în mod oficial.

Se menționează că inerția mică a cîntarelor electrotenzometrice permite folosirea lor la cîntărirea greutăților care se deplasează cu viteza de pînă la 100 km/h.

Folosirea largă a automatizării și a telemecanicii în construcțiile de cîntare, rezultă din faptul că cu fabricația unor astfel de cîntare se ocupă o serie de firme cunoscute, cum sînt „T ledo", Fayerbanks, Richardson ș.a. Este semnificativ faptul că la posturile tehnice de conducere de la întreprinderile de construcții de cîntare se angajează specialiști în electronică și în automatică.

INFORMAȚII METROLOGICE

Determinarea absolută a unităților electrice

Problema determinării unităților electrice prin metode absolute*) a fost neîncetat în atenția fizicienilor și metrologilor. Felurite metode absolute au fost imaginate în acest scop încă de mult. La unele dintre acestea s-a reușit să se atingă, în determinări, grade de precizie remarcabilă, adeseori cel puțin comparabile cu cele atinse în măsurările prin comparație.

Pentru metrologia modernă, realizări de acest fel, relativ recente, considerate pînă acum cîțiva ani ca total satisfăcătoare, au devenit în prezent necorespunzătoare, aceasta din cauză că gradul de precizie respectiv a rămas inferior actualei „*precizii metrologice*", adică celei mai ridicate precizii posibile în stadiul actual al științei și tehnicii măsurărilor.

Iată dece metodele absolute folosite pînă acum pentru stabilirea unora dintre unitățile electrice trebuie să fie din nou revizuite și îmbunătățite.

În prezent mai multe laboratoare metrologice din lume lucrează în acest sens, urmărind pe de o parte perfecționarea determinărilor absolute, iar pe de altă parte perfecționarea metodelor pentru conservarea acestor unități. Rezultatele acestor studii — care vor fi terminate în cîteva luni — sînt așteptate cu mult interes de toate forurile metrologice.

Fiind extrem de important să se confrunte aceste rezultate cît mai curînd posibil, s-a găsit oportun să se amîne, pînă la anul viitor, sesiunea Comitetului Consultativ de electricitate, de pe lîngă Comitetul internațional de măsuri și greutăți, sesiune care ar fi urmat să aibă loc în cursul acestei luni și la care trebuia să se discute problema coordonării unităților electrice în lume.

În felul acesta se dă posibilitatea ca problema metodelor absolute pentru determinarea unităților electrice să poată fi cercetată în amănunțime de Comitetul consultativ de electricitate, în 1957 (în loc de 1958 cînd este sesiunea următoare), așa încît la sesiunea din anul 1958 a Comitetului internațional de măsuri și greutăți, să se poată ajunge la unele hătărîri în această importantă problemă.

Trebuie avut în vedere că urgența acestei chestiuni de mare interes metrologic derivă și din faptul că la Conferința Generală de măsuri și greutăți din 1954, s-a hotărît să se adopte pe plan internațional un sistem unic de unități de măsură, sistemul MKSA (metru, kilogram, secundă, amper), completat cu gradul Kelvin pentru temparaturi și cu Candela pentru intensitatea luminoasă.

Adoptarea sistemuiui MKSA reprezintă în fond alegerea amperului ca a patra unitate fundamentală pentru definirea și stabilirea celorlalte unități electrice.

Astfel fiind, este absolut necesar ca valoarea amperului să fie determinată cu precizia cea mai ridicată posibilă.

Dar definiția actuală a amperului este pur teoretică, fiind imposibil de realizat în practică amperul direct prin folosirea acelei definiții.

Rezultă de aici că pentru realizarea în concret a amperului, este absolut și imperios necesar să se urgenteze alegerea în acest scop a unei metode absolute, ca de pildă metoda balanței de curent. Numai avînd stabilite în detaliu condițiile de realizare ale unei astfel de metode, laboratoarele metrologice din diferite țări vor putea ajunge să aibă, în determinarea amperului, rezultate comparabile cu gradul de precizie cel mai ridicat atins în prezent.

Importanța sesiunii din 1957 a Comitetului consultativ de electricitate apare astfel în mod evident.

*) Se înțelege prin *metodă absolută* de măsurare acea metodă care conduce la stabilirea valorii unei mărimi fizice măsurînd numai lungimi, mase sau timp.

Pentru a se realiza o astfel de metodă se recurge la anumite legi fizice în care, pe lîngă mărimea de măsurare, mai intervin *numai* lungimi, mase și timp.

Normalizarea areometrelor

În cadrul lucrărilor referitoare la sticlăria de laborator, Comitetul T.C. 48 — I.S.O. se ocupă intens de normalizarea, pe plan internațional, a areometrelor.

În urma discuțiilor ce au avut loc s-a constatat că majoritatea țărilor membre, inclusiv Anglia, dau preferință areometrelor în grame pe milimetru, cu tendința de a se evita pe cît posibil standardizarea areometrelor care indică „procente".

Areometrele gradate în g/ml prezintă în adevăr unele avantaje importante, de ordin teoretic și practic, față de cele divizate în procente. Ele se bazează pe o definiție științifică foarte simplă care permite reproducerea lor directă, fără dificultăți serioase. De asemenea verificarea lor se poate face ușor, nu prin metoda comparației cu un etalon, cum se procedează la cele în procente, ci prin alte metode cu mult mai precise (picnometru, balanță hidrostatică).

Prin adoptarea areometrelor g/ml pe plan general s-ar evita divergențele serioase ce există în prezent între areometrele in procente folosite în diferite țări, divergențe cauzate în deosebi de varietatea datelor științifice ce au stat la baza gradărilor.

Desigur că o nouă reglementare a areometrelor, prezintă dificultăți serioase la punerea în practică, fiind necesar să se înlocuiască parte din utilajul existent. Astfel de dificultăți vor apare îndeosebi, în legătură cu alcoolmetrele, care în majoritatea țărilor sînt gradate în procente de alcool.

VIII
F
2434

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - CSERE
VYMĚNA - WYMIANA
TAUSCH - ОБМЕНА

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

11

Noiembrie 1956

REVISTA

„METROLOGIA APLICATA“

SE GĂSEŞTE DE VÎNZARE LA

DIRECŢIA GENERALĂ DE METROLOGIE

STRADA ŞTIRBEI VODĂ nr. 186

ŞI LA

LIBRĂRIA ACADEMIEI

CALEA VICTORIEI Nr. 27 — BUCUREŞTI

Nr. 11
Noiem.
1956

METROLOGIA APLICATĂ

ORGAN AL DIRECȚIEI GENERALE DE METROLOGIE DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIȘTRI

APARE SUB CONDUCEREA UNUI COMITET DE REDACȚIE

SUMAR

Pag.

Editorial — Ideile Marii Revoluții din Octombrie trăiesc și învinș . . 3
* * * — Conferința de la Budapesta pentru tehnica măsurării și instrumentației 5

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. FL. ONIȚIU — Alegerea erorii limită la determinări metrologice . 7
A. DANJON — Asupra definiției unității de timp 11
HINCU VICTOR — Aparate electrice de măsurat lungimi 14
CHIRICA ECATERINA — Măsurarea temperaturii suprafețelor în mișcare 19
J. WEINREB — Metode de măsurare a temperaturilor înalte cu ajutorul pirometrelor cu radiație 24
STANCIULESCU M. — Măsurări ale vitezelor de rotație 31
A. CERNAT — Tensometru pneumatic 33
Ing. V. VOICU — Măsurarea umidității în halele industriale cu psihrometrul 38

DIN EXPEPIENȚA U.R.S.S. ȘI A ȚARILOR DE DEMOCRAȚIE POPULARA

I. T. UVERSCHII — Măsuri, scări și aparate interferențiale cu repere (gradate) 42
* * * Dispozitiv de scriere pentru aparate de măsurat.

CRITICA ȘI BIBLIOGRAFIE

E. PATRICIU — O lucrare interesantă în problema unificării internaționale a alcoolmetrelor 45
* * * Revista presei de specialitate 47

INDRUMATOR LEGISLATIV

REDACȚIA
ȘI
ADMINISTRAȚIA

DIRECȚIA GENERALĂ DE METROLOGIE

Str. ȘTIRBEI VODĂ, 186
TELEF. 62031

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

— Ред. Идеи Октябрьской Революции живут и побеждают 3

— Совещ ние по измерительно и инструментальной технике 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Инж. *Фц. Оницiу:* Быбор предельнои погрешности при метрологических определениях 7

А. Данжон: Об определении единицы времени . 11

Хынку Виктор, физик: Электрические линейно-измерительные аппараты 14

Кирика Екатерина, физик: Измерение температуры движущихся позерхностей 19

Стр.

Ж. Вейнреб: Способы измерения высоких температур при помощи излучающих пирометров . 24

Станчулеску С.: Измевенне скоростей вращения . 31

Чернат А.: Пневматический тензиометр 33

Инж. *В. Войку:* Изм-рение влажности в промышленных ангарах психрометром 38

ИЗ ОПЫТА СССР И СТРАН НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

И. Т. Уверский: Меры, масштабы и интерференционные аппараты с отметками (градуированные) 42

* * * Пишущее приспособление для измерительных аппаратов

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Химик *Е. Патричиу*: Интересный труд по вопросу о международной унификации спиртомеров . 45

* * * Содержание зарубежных журналов (по специальности) 47

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

SOMMAIRE

Pag.

Editorial — La victoire des idées de la Révolution d'octobre 3

— La Conférence de Budapest sur la technique des mesures et de l'instrumentation . 5

PROBLÈME TECHNIQUES DE LA METROLOGIE APPLIQUEE

Ing. FL. ONIŢIU — Le choix de l'erreur limite, dans les déterminations métrologiques . . . 7

A. DANJON — Sur la définition de l'unité de temps 11

HINCU VICTOR — Appareils électriques pour la mesure des longeurs 14

CHIRICA ECATERINA — La détermination de la température des surface en mouvement . 19

J. WEINREB — Méthodes pour la mesures des températures hautes, à l'aide des pyromètres à radiation 24

Pag.

STANCIUESCU M. — La mesure des vitesses de rotation 31

A. CERNAT — Tensomètre pneumatique 33

Ing. V. VOICU — Détermination de l'humidité dans les halles industrielles, à l'aide du psychromètre 38

DE L'EXPERIENCE DE L'U.R.S.S. ET DES PAYS DE DEMOCRATIE POPULAIRE

I. I. UVERSCHI — Mesures, échelles et appareils interférentiels à repères (gradués) 42

— Dispositif-imprimeur pour les instruments de mesure.

CRITIQUE ET BIBLIOGRAPHIE

— Sommaire des revues de spécialité, reçus de l'étranger 47

GUIDE LEGISLATIF

Ideile Marii Revoluții Socialiste din Octombrie trăiesc și înving

In istoria societății există evenimente a căror însemnătate nu numai că nu se micșorează odată cu trecerea timpului, ci dimpotrivă capătă o semnificație și o importanță tot mai mare. Un asemenea eveniment îl constituie Marea Revoluție Socialistă din Octombrie, care a deschis o nouă eră în istoria omenirii.

Revoluția Socialistă din Octombrie a rupt pentru prima dată lanțul imperialismului, a permis lichidarea exploatării omului de către om pe a șasea parte a globului, a insuflat încredere clasei muncitoare și tuturor oamenilor muncii din întreaga lume în lupta pentru înlăturarea asupririi, pentru victoria cauzei socialismului.

Cele aproape 4 decenii care au trecut de la Marea Revoluție din Octombrie au arătat uriașa influență pe care această revoluție a exercitat-o asupra istoriei contemporane. Insuflețiți de ideile revoluției din Octombrie, sute de milioane de oameni din Europa și Asia, printre care și poporul nostru, au ales calea socialismului, făurindu-și state noi de democrație populară, în care puterea aparține clasei muncitoare aliată cu țărănimea muncitoare.

Tara noastră a pășit acum 12 ani pe calea transformării socialiste a societății, pe baza ideilor triumfătoare ale Revoluției din Octombrie, pe baza nemuritoarei învățături a marxism-leninismului. Sub conducerea partidului, poporul nostru a repurtat în acești ani succese remarcabile. Intr-un sector cuprinzător al economiei naționale au fost lichidate relațiile de producție capitaliste și au fost create noi relații, bazate pe proprietatea socială asupra mijloacelor de producție. Industria noastră este în prezent în întregime socialistă, ea cunoscînd o dezvoltare deosebit de puternică. Acest lucru poate fi văzut din faptul că în 1955 volumul producției industriale a fost de 2,9 ori mai mare decît în 1938 și de 3,4 ori mai mare decît în 1948. Au fost create noi ramuri industriale care nu existau în Romînia veche : producția de utilaj petrolifer, de utilaj minier, de utilaj energetic, de tractoare și mașini agricole, producția de camioane, sectoare noi ale industriei chimice, și altele. In anii puterii populare structura industriei s-a schimbat radical, producția industriei mijloacelor de producție a crescut de circa 3,9 ori față de 1948, iar producția obiectelor de consum de 2,9 ori.

Paralel cu dezvoltarea industriei socialiste crește și se întărește sectorul socialist al agriculturii, se lărgește rețeaua comerțului socialist și volumul circulației mărfurilor desfăcute prin comerțul de stat și comerțul cooperatist.

Congresul al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn a formulat, în Directivele cu privire la cel de al doilea plan cincinal, programul construirii economiei socialiste unitare în țara noastră, sarcinile dezvoltării multilaterale a forțelor de producție ale țării. In cel de al doilea cincinal creșterea producției globale industriale va fi de 60—65%, din care creșterea industriei mijloacelor de producție de 70—75%, iar creșterea industriei bunurilor de consum de 50—55%.

Oamenii muncii din patria noastră muncesc cu avînt pentru a traduce în viață sarcinile celui de al doilea cincinal, a cărui realizare trebuie să ducă la înflorirea mai departe a economiei naționale și la ridicarea bunei stări a celor ce muncesc. O mărturie a acestui lucru o constituie faptul că în primele 9 luni ale anului 1956 planul de producție în industrie a fost îndeplinit în proporție de 104%. In celași timp s-au obținut succese în ceeace privește creșterea productivității muncii și reducerea prețului de cost.

Politica partidului și guvernului nostru se întemeiază pe principiul potrivit căruia scopul suprem al construcției economice și culturale îl constituie ridicarea bunei stări a poporului. In concordanță cu aceasta,

partidul şi guvernul iau măsuri sistematice pentru îmbunătăţirea nivelului de trai al oamenilor muncii de la oraşe şi sate. Printre aceste măsuri se numără şi Hotărîrea Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn, a Consiliului de Miniştri şi a Comitetului Central al Sindicatelor, din 30 octombrie 1956. Această Hotărîre, care face parte dintr-un ansamblu de măsuri luate în vederea înfăptuirii liniei politice a Congresului al II-lea al P.M.R., prevede o serie de îmbunătăţiri serioase pentru pături largi de oameni ai muncii. Hotărîrea partidului, guvernului şi Consiliului Central al Sindicatelor cere în acelaşi timp să se asigure o mai bună valorificare a materiilor prime, îmbunătăţirea consumurilor specifice, îmbunătăţirea calităţii şi sortimentelor mărfurilor, creşterea productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost al producţiei. Indeplinirea acestor sarcini, care trebuie să ducă la o îmbunătăţire a indicilor activităţii economice şi la ridicarea mai departe a bunei stări materiale a poporului,ridică răspunderi şi sarcini serioase în faţa tuturor cadrelor şi lucrătorilor din economie. Un aport însemnat în direcţia îndeplinirii sarcinilor trasate de partid şi guvern pot şi trebuie să-l dea şi lucrătorii Direcţiei Generale de Metrologie. In această ordine de idei apare necesară îmbunătăţirea activităţii metrologice dintr-o serie de domenii. Astfel, trebuie îmbunătăţită calitatea verificării de stat şi a supravegherii interne a utilajului metrologic. Un nivel înalt al verificărilor de stat va permite ridicarea gradului de folosire a utilajului metrologic, scoaterea în evidenţă a lipsurilor în construcţia aparatelor şi elaborarea măsurilor necesare atît pentru întreţinerea mai bună a utilajului cît şi pentru perfecţionarea constructivă a aparatelor fabricate în ţară.

Realizări mai însemnate vor trebui obţinute de către Institutul de Metrologie în domeniul încercărilor de stat, precum şi în efectuarea unor cercetări metrologice care să deservească nemijlocit nevoile arzătoare ale industriei şi ale celorlalte ramuri ale economiei naţionale.

Direcţia Generală de Metrologie a obţinut în cursul primelor 9 luni ale acestui an o serie de realizări serioase. Astfel volumul verificărilor de stat a crescut faţă de perioada corespunzătore a anului trecut cu 16,2%. In acelaşi timp au fost cuprinse în sfera verificărilor de stat, noi domenii şi noi tipuri de aparate şi instrumente de măsurat.

Realizările obţinute pînă în prezent trebuie să constituie un imbold pentru noi succese, deoarece lucrătorilor Direcţiei Generale de Metrologie le revine o răspundere însemnată în ceea ce priveşte îmbunătăţirea calităţii produselor, economia de materiale şi înfăptuirea sarcinilor progresului tehnic.

Intîmpinînd cea de a 39-a aniversare a Marei Revoluţii Socialiste din Octombrie cu noi realizări în toate domeniile construcţiei economice şi culturale, oamenii muncii din ţara noastră îşi exprimă încrederea şi aprobarea deplină a politicii partidului şi statului nostru democrat popular, de înflorire necontenită a prieteniei şi unităţii ţărilor lagărului socialist, cu convingerea că ele constituie cea mai puternică garanţie a intereselor naţionale şi a muncii constructive paşnice a poporului nostru, constructor al socialismului.

Oamenii muncii din ţara noastră îşi strîng şi mai mult rîndurile în jurul partidului şi guvernului, consolidează alianţa muncitorilor, ţăranilor şi intelectualilor. Poporul nostru merge cu încredere înainte, sub conducerea partidului, pe calea înfloririi patriei sale, pe calea unor noi succese în construcţia economică şi culturală şi în ridicarea nivelului său de trai, însufleţit de ideile atotbiruitoare ale Marii Revoluţii Socialiste din Octombrie.

Conferința pentru tehnica măsurării și instrumentației ținută între 1 și 4 oct. 1956 la Budapesta sub auspiciile „Asociației Științifice pentru Tehnica Măsurării și Automatizare"

Asociația maghiară M. E. T. E. Sz., care corespunde într-o oarecare măsură cu ASIT de la noi, are o secție foarte activă și anume M.A.T.E. (Asociația Științifică pentru Măsurări Tehnice și Automatizare).

Această asociație editează și revista de specialitate „Mérés és Automatika" (Măsurări și Automatizare").

Activitatea asociației este foarte amplă. Asociația coordonează toate cercetările științifice și lucrările care se fac în legătură cu problemele măsurărilor tehnice și ale automatizării.

Trebuie subliniat că, în R.P.U., activitatea în această direcție este foarte bogată. In R.P.U. există mai multe instituții care se ocupă exclusiv cu probleme de măsurări tehnice și automatizare.

Astfel, de exemplu, în cadrul Academiei funcționează cîteva institute, iar Ministerul Industriei Grele are și el un institut de cercetări, profilat special în această direcție.

Activitatea intensă desfășurată în probleme de măsurări tehnice și automatizare se poate constata și din numărul impresionant de conferințe și comunicări cu care inginerii și cercetătorii maghiari s-au prezentat la conferință.

Este de remarcat că, pe lîngă o participare foarte masivă a inginerilor și tehnicienilor maghiari, la conferință a participat un număr mare de cercetători, ingineri și specialiști din străinătate și în deosebi din țările prietene. Astfel din R.D.G. au participat 9 oameni de știință și ingineri (dintre care 5 numai de la Oficiul german pentru măsuri și greutăți); din R.P. Polonă au participat 11 profesori universitari, ingineri și oameni de știință (dintre aceștia 3 de la Oficiul polon de măsuri și greutăți); din R. Cehoslovacă au participat 11 oameni de știință; din U.R.S.S. au participat 9 cercetători, profesori și oameni de știință (dintre aceștia 3 de la Institutele de metrologie); din R.P.R. au participat 3 persoane și anume: tov. Prof. Tănăsescu și tov. Ing. Toma din partea A.S.I.T. și tov. Conf. Fl. Onițiu, din partea Direcției Generale de Metrologie.

Pentru a ne da mai bine seama de anvergura conferinței, trebuie să arătăm că, cu excepția primei zile, cînd s-au ținut pentru toți participanții referate de interes general, s-a lucrat permanent și simultan în 3 săli, materialul prezentat fiind împărțit pe următoarele 8 secții:

— Secția 1: Metrologie generală și instrumentație 6 referate.
— Secția 2: Măsurări mecanice 7 referate.
— Secția 3: Măsurări optice 6 referate.
— Secția 4: Măsurări termotehnice 6 referate
— Secția 5: Măsurări în domeniul telecomunicațiilor 11 referate.
— Secția 6: Măsurări fizico-chimice 18 referate
— Secția 7: Măsurări în fizică nucleară 8 referate.
— Secția 8: Aparate și mașini matematice 8 referate.

Au fost prezentate un număr de referate interesante și de către oaspeții străini participanți la Conferință.

Din partea R.P.R. tov.prof. Tudor Tănăsescu, membru corespondent al Academiei R.P.R., împreună cu tov. ing. Victor Toma, au prezentat calculatorul electronic construit la Institutul de fizică al Academiei R.P.R.; tov. conferențiar ing. Fl. Onițiu, de la Direcția Generală de Metrologie, a prezentat un referat cu privire la interpretarea măsurărilor de precizie cu ajutorul statisticii matematice.

Dintre celelalte referate citățm doar cîteva, pentru a ilustra diversitatea preocupărilor acetei conferințe.

In domeniul metrologiei generale: „Cîteva probleme principiale ale mașinilor de calculat electronice" de dr. Reszö Tarjan și referatul intitulat „Cîteva probleme ale verificării aparatelor de măsurat electrice conform normelor" de dr. György Szabó.

— In domeniul măsurărilor mecanice s-au prezentat, între altele, referatele cu privire la „Mecanizarea și automatizarea măsurării lungimilor în construcția de mașini" de Edre Ritter, „Măsurarea electromecanică a curbei tensiune-alungire" de prof. dr. F. X. Eder (Berlin), „O mașină electronică ungară de echilibrat" de Zoltan Préda, și Gabor Varga.

— In domeniul măsurărilor optice remarcăm referatul Cand. György Striker, cu privire la „Microfotometrul de înaltă sensibilitate cu lampă de amplificare modulată magnetic", și referatul tov. Ianoș Schanda cu privire la „Cercetarea ochelarilor de protecție pentru sudură".

— In domeniul măsurărilor termodinamice amintim referatul intitulat „Tendințe de dezvolta e în instrumentația termotehnică" de Cand. Joszef Beczkóy, precum și referatul privind „Problemele de dimensionare la măsurarea temperaturilor cu termistori" de Andras Haas și Tibor Fischer.

— In domeniul măsurărilor în telecomunicații remarcăm referatul: „Un procedeu nou pentru măsurarea deformațiilor neliniare" de dr. Otto Henkler (Berlin) și referatul „Măsurarea de precizie a constantelor fizice și electrice la rezistențe" de Iànos Katona.

— In domeniul măsurărilor fizico-chimice merită subliniate contribuțiile prof. dr. Ianos Proszt în cercetarea „Celor mai noi metode de tehnica măsurării în chimia fizicală" precum și referatul tov. dr. Imre Bozsai privind „Procedee și aparate noi electroanalitice în laboratorul metalurgic". De asemenea trebuie relevate referatele: „Contribuție la structura ionilor tetraedrici" de dr. Frantisek Hanic (Bratislava) și Studiul sîrmelor de Pt — Rh cu ajutorul difracției Roentgen" de Maria Jahnke și dr. Endre Sandor.

— In domeniul nucleonicei au trezit un interes deosebit referatele: „Detectori de radiații nucleare" de Otto Haiman și „Aparate ungare de laborator pentru cercetări de izotopi și nucleare" de Koch, Naray, Szabo, Zsdanszky.

— In sfîrșit în domeniul aparatelor și mașinilor matematice merită relevate contribuțiile dr. Endre Sandor și Pal Gado în problema „Insemnări optice a seriilor trigonometrice" și referatul „Tehnica de calcul modernă în Darmstadt" de Hoffmann (R.F.G.)

Este de remarcat că la toate ședințele desbaterile au fost active și vii, ceea ce dovedește interesul mare al inginerilor și tehnicienilor, cît și al oamenilor de știință, pentru problemele dezbătute.

Cu ocazia întîlnirii prietenești, care a avut loc la sediul Asociației MATE, după încheierea lucrărilor, în seara de 4 octombrie, s-a discutat într-o atmosferă prietenească modul cum s-a prezentat conferința și modul cum ar trebui organizate în viitor asemenea conferințe. Concluzia participanților a fost că referatele au fost în cea mai mare parte expuse la un înalt nivel științific, prezentîndu-se și o serie de noutăți în domeniul construcției de aparate de măsurat.

Singura critică care s-a adus conferinței, este că ea a fost prea încărcată, față de cele patru zile planificate, conchizîndu-se că, în viitor ar trebui, fie să se prezinte referate mai puține, fie, dacă sînt multe referate interesante, să se dea un timp suficient pentru ca ele să poată fi discutate normal.

In ceea ce privește organizarea în viitor a unei conferințe similare, s-a ajuns la concluzia că fiecare dintre țările socialiste ar trebui să organizeze o asemenea conferință. Răstimpul dintre conferințe ar urma să fie de un an. Aceste conferițe ar avea caracter național, în sensul că la ele se vor prezenta cu precădere rezultatele activității și cercetărilor din țara care organizează conferințele, iar invitații din țările prietene să prezinte doar un număr limitat de referate.

S-a și luat cunoștință de faptul că R.D.G. și C.S.R. pregătesc asemenea conferințe chiar pentru anul viitor.

S-a propus apoi ca, la intervale mari, din 4 în 4 ani, sau din 5 în 5 ani, să se organizeze conferințe internaționale, în care toate țările participante să prezinte rezultatele cele mai de valoare obținute în acest interval. Aceste propuneri au fost acceptate în unanimintate de participanții la ședința de închidere.

Nu putem încheia această scurtă dare de seamă fără să menționăm perfecta organizare, atît din punctul de vedere al desfășurării propriu zise a lucrărilor, cît și din punctul de vedere al grijei pe care au avut-o organizatorii pentru toți oaspeții și în deosebi pentru oaspeții veniți din străinătate.

Consfătuirea de la Budapesta în problema tehnicii măsurării și instrumentației a constituit o mărturie a succeselor repurtate de metrologie în R.P. Ungară și un prilej de întărire a colaborării științifice prietenești între metrologii din diferite țări.

Alegerea erorii limită la determinări metrologice

Ing. FLORIN ONIȚIU,
Conferențiar universitar

В настоящей статье автором подчеркиваатсц значение приема, которым ыыра жаютсь погрешности результата точных измерений и указывается, как надлежит ло нимать разницу между двумя измерениями, или двумя рндами измерений одной и той ж величины.

Обращается внимание на необходимость международного упорядойения этого вопроса и предлагается способ выражения погрешности результата, который устанавливает однознайное соответствие этой погрешности.

★

Dans l'article qui suit, l'auteur fait ressortir l'importance qu'on doit attribuer à la manière dont on exprime les erreurs d'un résultat obtenu à la suite des mesures de haute précision, ainsi que le mode d'interpréter les différences résultées de deux déterminations — ou de deux séries de déterminations — portant sur la même grandeur.

On attire l'attention sur la nécessité d'une réglementation internationale du problème, et on propose un mode d'expression qui établisse d'une manière univoque le sens de l'erreur d'un résultat.

O greșală care se face în mod general în metrologie este că, atunci cînd se indică, de exemplu, limite de erori, se folosește : eroarea probabilă (2/3 din eroarea medie pătratică) eroarea medie (4/5 din această din urmă), eroarea medie pătratică σ și eroarea limită (deobicei de trei ori eroarea medie pătratică), fără a se accentua asupra semnificației metrologice a diferenței dintre aceste afirmații.

De cele mai multe ori, în lucrările metrologice, se indică rezultate de genul :

$$A \pm \varepsilon$$

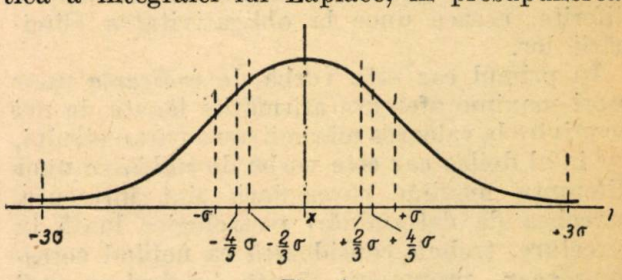
fără să se amintească măcar, ce semnificație are eroarea indicată $\pm \varepsilon$. Ori, este foarte important să știm dacă valoarea ε reprezintă $2/3\ \sigma$; $4/5\ \sigma$; σ sau 3σ, pentru a cita numai cele mai curente erori mijlocii folosite la exprimarea „incertitudinii" unui rezultat.

Pentru toate exemplificările ce urmează, ne referim la o distribuție gaussiană a erorilor și considerăm eroarea medie pătratică a metodei de măsurare cunoscută. De asemenea, cînd vorbim de σ în expresie $A \pm K\sigma$, ne referim întotdeauna la eroarea medie pătratică *a mărimii* A care, dacă reprezintă rezultatul unei singure măsurări, este chiar eroarea medie pătratică a metodei, iar dacă este o medie din n rezultate, atunci are evident o valoare de $\sqrt{n}$ ori mai mică decît aceasta.

2. — Pentru a ilustra ce deosebire există între aceste patru valori în ceea ce privește „incertitudinea" aserțiunii făcute, să considerăm fig. 1, care reprezintă curba lui Gauss. Să admitem că X este valoarea adevărată a mărimii măsurate. Am marcat pe abcisă ordonatele corespunzătoare respectiv :

— erorii probabile $\left(\pm \frac{2}{3}\ \sigma\right)$
— erorii medii $\left(\pm \frac{4}{5}\ \sigma\right)$
— erorii medii pătratice $(\pm \sigma)$
— erorii limită $(\pm 3\sigma)$

După cum se știe din interpretarea matematică a integralei lui Laplace, în presupunerea



Fip, 1

că eroarea medie pătratică σ, care ilustrează metoda de măsurare, este cunoscută :

— dacă eroarea ε indicată în relația (1) este egală cu eroarea probabilă $\frac{2}{3}\sigma$, resp. $\frac{2}{3}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, atunci afirmația că valoarea căutată se găsește între limitele $A - \varepsilon$ și $A + \varepsilon$ *are probabilitatea de 0,50 (50%) de a fi greșită*, căci probabilitatea ca erorile efective să se găsească în intervalul $\pm \frac{2}{3}\sigma \left(\frac{2}{3}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$ față de valoarea adevărată este numai de 0,50 (50%).

— Dacă $\varepsilon = \frac{4}{5}\,\sigma\left(\frac{4}{5}\,\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$ este eroarea medie, atunci această probabilitate este de cca. 0,42 (42%).

— Dacă $\varepsilon = \sigma\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$, atunci probabilitatea amintită este de cca. 0,32 (32%) și, însfîrșit,

— Dacă $\varepsilon = 3\sigma\left(\frac{3\sigma}{\sqrt{n}}\right)$, probabilitatea ca afirmația făcută să fie greșită, este numai de circa 0,003 (0,3%).

Din cele expuse mai sus rezultă deocamdată, fără nici o explicație suplimentară, necesitatea imperioasă de a stabili o convenție uniformă pentru cazuri ca cele de mai sus și pentru cazuri analoge acestora.

3. — În cele ce urmează voi încerca să fac o propunere care ar putea forma baza unei convenții internaționale în această privință[1])

Mai întîi trebuie să arăt că în metrologie sînt, după părerea mea, două situații în care trebuie să se vorbească de „certitudinea" sau „incertitudinea" rezultatelor.

— Prima și cea mai obișnuită situație este aceea, cînd afirmăm că valoarea adevărată a unei mărimi sau a unui parametru, se găsește între anumite limite, precizate de erorile care se indică.

— A doua situație se prezintă sînd comparăm rezultatele a două măsurări, sau a două șiruri de măsurări și cînd, pe baza diferențelor găsite, trebuie să hotărîm dacă cele două șiruri urmează să fie păstrate sau eliminate.

În adevăr, dacă diferența dintre rezultate (sau medii) este relativ mică, se poate considera că cele două măsurări nu conțin erori sistematice diferite și deci se pot păstra; dacă, dimpotrivă această diferență este relativ mare, avem motive serioase să presupunem că cele două măsurări (șiruri) conțin erori sistematice diferite, ceeace duce la obligativitatea eliminării lor.

În primul caz este vorba de *indicarea* unor erori maxime aferente afirmației făcute de noi cu privire la valoarea mărimii sau a parametrului, iar în al doilea caz este vorba de *stabilirea* unor diferența maxime care, dacă sînt întrecute, perechea de determinări metrologice luată în cercetare, trebuie considerată ca nefiind corespunzătoare propunerii făcute (că deci nu ar fi fost executate în condiții similare de justețe etc.)

4. Pentru a putea ajunge la o propunere concretă, sînt de părere că, principial, în ambele cazuri, trebuie să alegem soluția care, din punct de vedere metrologic, dă rezultatul cel mai bun.

Consider că, *metrologic*, un rezultat este mai bun atunci cînd posibilitatea de a face o greșală care să *micșoreze siguranța rezultatului* final al măsurării este cît mai mică.

Pornind pe această cale, considerăm, pentru cele ce urmează, că eroarea medie pătratică σ a metodei de măsurare este cunoscută, fiind calculată anterior, pe baza unui număr mare de măsurări.

Facem această presupunere pentru a putea exemplifica cele arătate numai pe baza legii erorilor de observație Gauss.

5. În cazul exprimării unui *rezultat final* sub forma:

$$X = A \pm \varepsilon \qquad (1)$$

să vedem ce însemnează posibilitatea de a face o greșeală. În această situație „posibilitatea" de a face o greșeală este sinonimă cu „șansa" de a greși în afirmația făcută, adică cu *probabilitatea* ca afirmația făcută să fie greșită. Dar afirmația este greșită (metrologic) atunci, cînd valoarea adevărată X se găsește în afara intervalului $A - \varepsilon$ și $A + \varepsilon$. Din fig. 2 se vede ușor că această probabilitate este egală cu suma ariilor (egale între ele) $S_1 + S_2$ de sub curba Gauss, care are media X și eroarea medie pătratică σ, rămase în afara intervalului $X \pm \varepsilon$.

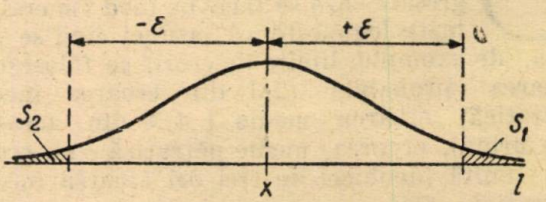


Fig. 2

Rezultă că, dacă facem afirmația de sub (1); trebuie să alegem probabilitatea ca X să se găsească în afara intervalului $A \pm \varepsilon$ *cît mai mică*. Deci într-o asemenea situație din cele patru erori mijlocii citate: $\frac{2}{3}\,\sigma\left(\frac{2}{3}\,\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$, $\frac{4}{5}\,\sigma\left(\frac{4}{5}\,\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$, $\sigma\left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$ și $3\sigma\left(\frac{3\sigma}{\sqrt{n}}\right)$, nu se poate alege decît $3\sigma\left(\frac{3\sigma}{\sqrt{n}}\right)$, căci, un acest caz, *probabilitatea că afirmația făcută să fie greșită* este de 0,003 (0,3%), suficient de mică pentru a putea fi considerată neglijabilă. Probabilitatea aleasă efectiv va putea avea evident și alte valori; ea va trebui să se aleagă însă cu atît mai mică, cu cît precizia rezultatului se cere a fi mai mare. (Pare paradoxal ca în cazul unei *precizii* mari să indicăm *erori maxime* mari; cred totuși că *precizia* unui rezultat este cu atît mai mare cu cît, pe de o parte, metoda de lucru a fost cît mai îngrijită și mai precisă, iar pe de altă parte, cu cît *exprimarea rezultatului* este mai precisă, adică are șanse mai mici de a fi eronată).

[1]) Această propunere este conținută atît în comunicarea „Interpretarea rezultatelor de măsurări precise cu ajutorul statisticei matematice" făcută la sesiunea științifică a Institutului Politehnic-București, la 20 iunie 1956, cît și în Conferința cu titlul similar de la sesiunea dintre 1 și 4 oct. 1956, organizată de „Asociația maghiară pentru tehnica măsurării și automatizare", la Budapesta (ambele lucrări sînt ale autorului prezentului articol).

Am propus în lucrările citate $\varepsilon = 3\sigma\left(\frac{3\sigma}{\sqrt{n}}\right)$ (incertitudinea statistică 0.3%) pentru determinări de cea mai înaltă precizie și $\varepsilon = 2\sigma\left(\frac{2\sigma}{\sqrt{n}}\right)$ (încertitudinea statistică 4,6%) pentru determinări de precizie mijlocie. (Probabilitatea ca afirmația $X = A \pm \varepsilon$ să fie greșită am denumit-o incertitudine statistică η a acestei afirmații. Prin certitudine statistică a afirmației înțelegem valoarea $1 - \eta$: 99,7%, 95,4% pentru cele două cazuri citate).

6. Pentru a discuta situația ivită în cealaltă situație, voi lua un caz mai concret, și anume următorul:

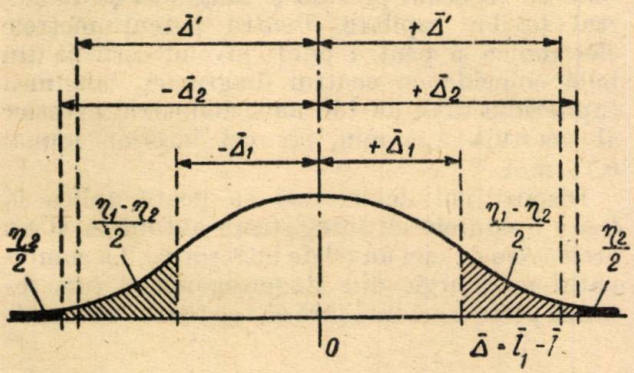
Executîndu-se două serii de determinări ale valorii aceleiași mărimi, prezumptiv cu aceeași metodă de măsurare și în condiții practic identice, una comupsă din n_1, iar cealălaltă din n_2, măsurări, s-au calculat mediile aritmetice L_1 și L_2 ale celor două șiruri.
Admitem că se cunoaște eroarea medie pătratică σ din multe rezultate obținute anterior cu aceeași metodă de măsurare.

În aceste ipoteze, se știe că legea de distribuție a diferenței $\overline{\Delta} = L_1 - L_2$ este gaussiană, are media aritmetică 0 (zero) și eroarea medie pătratică egală cu:

$$\sigma_{\overline{\Delta}} = \sigma\sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1\, n_2}} \qquad (2)$$

Această distribuție a fost ilustrată în fig. 3.

Este clar că dacă alegem drept valoare limită pentru diferența $|L_1 - L_2|$, luată în valoare absolută, pe $\overline{\Delta}_2$, incertitudinea statistică a afirmației: „Cele două șiruri nu s-au executat în aceleași condiții și deci conțin erori sistematice



Fig, 3

diferite", este mică, egală cu η_2: suma ariilor înegrite din fig. 3 (deci certitudinea acestei afirmații este mare), iar dacă alegem pe $\overline{\Delta}_1$, această incertitudine va fi mai mare, egală cu η_1: suma ariilor hașurate și a celor înegrite din fig. 3; iar certitudinea $1 - \eta_1$ a acestei afirmații va fi mai mică.

După cum este arătat sub 4, am spus în principiu, că trebuie să alegem aceste diferențe — limită astfel ca *rezultatul final* să fie *cît mai cert.* Comparația a două șiruri se face deobicei pentru a vedea dacă ele pot fi considerate echivalente pentru a le *combina* și pentru a calcula o nouă medie L_{12} pe baza tuturor celor $n_1 + n_2$ valori ale celor două șiruri. Rezultatul final:

$$X = L_{12} \pm \varepsilon \qquad (3)$$

trebuie să fie cît mai sigur.

În afară de asigurarea erorii limită $\pm\,\varepsilon$, se pune problema ca însăși valoarea L_{12} să nu fie grevată de *erori sistematice*, care evident strică și cel mai bun rezultat.

Cunoscînd acest punct de vedere, să revenim la alegerea valorii maxime pentru $\overline{\Delta}$. Trebuie să repet aci, că prin limitarea lui $\overline{\Delta}$ dorim să oprim ca în valoarea L_{12} să între erori sistematice.

Dacă alegem deci pe $\overline{\Delta} = \overline{\Delta}_2$ foarte mare sîntem foarte siguri că dacă $|L_1 - L_2| > \overline{\Delta}_2$, atunci cel puțin unul dintre șiruri conține erori sistematice și că deci nu avem voie să calculăm L_{12} pe baza celor două șiruri. Dar, se pune întrebarea: dacă $|L_1 - L_2|$ este numai cu foarte puțin mai mic decît $\overline{\Delta}_2$, ce siguranță avem că *nu* sînt erori sistematice în cele două șiruri?. Aceasta nu se poate calcula, dar vedem din fig. 3 că dacă $|L_1 - L_2|$ este cuprins de exemplu între $\overline{\Delta}_2$ și $\overline{\Delta}'$, probabilitatea că sa *nu* existe erori sistematice (suma ariilor de sub curbă care se găsesc în afara intervalului $\pm\,\overline{\Delta}$) este încă foarte mică și deci probabilitatea ca *să existe asemenea* erori este *foarte mare.*

Deci în acest caz, certitudinea statistică pe care o stabilim pentru alegerea lui $\overline{\Delta}_{max}$, *nu* trebuie să fie mare.

Dar atunci, cît trebuie să fie de *mică* această certitudine?

Din păcate răspunsul la această întrebare nu mai poate fi suficient de precis. Aș încerca să afirm simplu, că preferăm ca, *din cînd în cînd*, să eliminăm două șiruri bune, decît să acceptăm drept bune două șiruri proaste. Propun deci, ca probabilitatea de a greși în afirmația că cele două șiruri nu sînt bune să fie mai mare, alegînd-o de cca. 1/10 dacă rezultatul final trebuie să fie foarte precis, și de cca 1/20, dacă precizia acestuia poate fi mijlocie. Aceasta înseamnă, în primul caz, că, în mijlocie, din *10 perechi* de șiruri *bune* vom elimina *unul*, iar al în doilea caz, că din 20 *bune* vom elimina *unul.* În ambele cazuri am micșorat însă sensibil șansa de a introduce erori sistematice în rezultatul final.

Deci, ținînd seama de exemplul citat, putem scrie că dacă

$$|L_1 - L_2| > Z\sigma\sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1\, n_2}} \qquad (4)$$

nu vom folosi cele două șiruri pentru calculul mediei L_{12}.

În expresia (4) vom alege:

— $Z_{0,046} = 2$ pentru $\eta = 0{,}046$ (precizie mijlocie), sau

— $Z_{0,10}$ =1,64 pentru η=0,10 (precizie înaltă).

6. Pentru a nu se naşte nici un fel de echivoc, propun, în concordanţă cu unele uzanţe la prezentarea rezultatelor de prelucrări statistice[1]) ca, pentru rezultate finale, expresia (1) să se scrie, în cazul unui exemplu numeric, sub forma :

$X = 34.342 \pm 0{,}0015$ mm (P = 0,954), (5)

pentru cazul cînd σ se consideră cunoscut şi deci nu se calculează din şirul de măsurări, dacă 34,342 este o valoare medie.

În caz că eroarea limită ± 0,0015 mm, a fost stabilită cu ajutorul erorii medii pătratice calculate chiar din cele $n = 7$ rezultate, pe baza distribuţiei Student, expresia (1) se va scrie sub forma :

$X = 34{,}342 \pm 0{,}0015$ mm (n=7 ; P=0,95), (6)

În aceste expresii :

n reprezintă numărul de măsurări pe baza căruia s-a calculat media şi eroarea medie pătratică, P reprezintă certitudinea statistică a afirmaţiei că valoarea adevărată X a dimensiunii se găseşte între valorile 34,342 — 0,0015 = = 34,3405 mm şi 34,342 + 0,0015 = 34,3435 mm.

Procedînd astfel, rezultatele date de oricc şiruri vor putea fi totdeauna comparate, chiar dacă valorile η nu vor fi alese *deocamdată* egale de către toţi, aşa cum s-a propus mai sus.

Dispozitiv de scriere pentru aparatele de măsurat*

Dispozitivele de scris cu care sînt prevăzute aparatele autoînregistratoare nu satisfac toate cerinţele exploatării, ele fiind nesigure şi impunînd umplerea repetată cu cerneală.

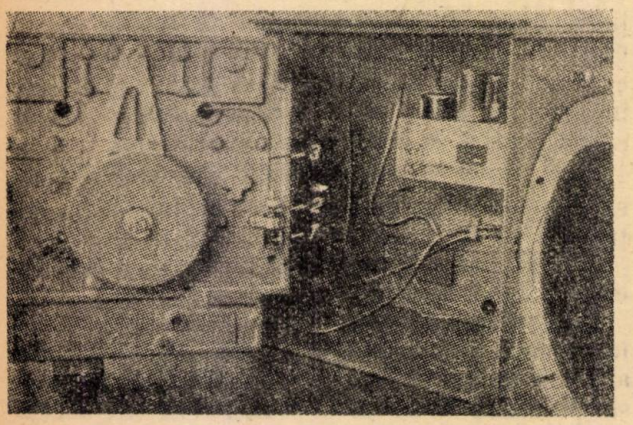


Fig. 1 Montarea dispozitivului de scris la aparatul autoînregistrator : 1 bula pentru cerneală, 2 ţeavă în capilar, 3 ţeavă de cauciuc sau celofan.

In anul 1955, un grup de colaboratori ai secţiei de automatizare de la combinatul metalurgic din Magnitogorsk a elaborat un nou dispozitiv de scris pentru aparatele de măsurat autoînregistratoare, arătat în cele două figuri de mai jos. Dispozitivul se compune dintr-o bulă pentru cerneală, un capilar metalic din oţel inoxidabil şi dintr-un capilar de cauciuc sau din celofan.

Bula (1) cu cerneală se fixează pe şasiul aparatelor electronice, sau pe peretele din spate al manometrelor diferenţiale. Prin buşonul de pe bulă se introduce ţeava capilară (2) pe care se îmbracă racordul de cauciuc(3),acesta din urmă trece spre capilar pe sub susţinătorul peniţei.

La montar eadispozitivului de scris pe aparat, este necesar să se aibă în vedere gama la care se execută cele mai numeroase înregistrări. Astfel de exemplu, este indicat să se aleagă, pentru fiecare tip de aparat nivelul la care să se monteze bula cu cerneală precum şi lungimea şi diametrul ţevilor capilare. Pentru potenţiometrele electronice şi pentru punţi nivelul cernelii din bulă coincide cu centrul diagramei, lungimea capilarului fiind de 130 mm, diametrul exterior al acestuia 1,5 mm, iar cel interior numai 0,75 mm.

Dispozitivul descris aci se poate aplica la toate aparatele cu înregistrare automată şi nu are nevoie de nici un fel de întreţinere. La combinatul metalurgic din Magnitogorsk el funcţionează peste două luni fără să i se toarne cerneală.

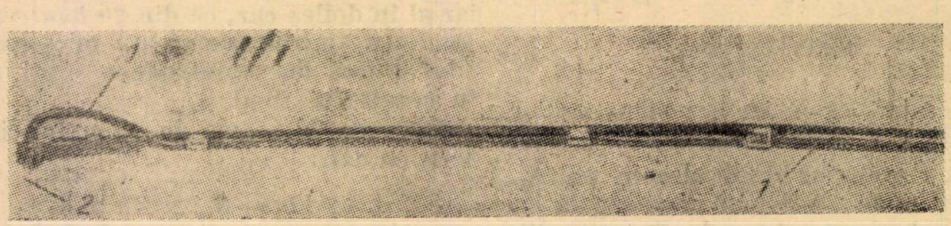


Fig. 2. Ţeavă de cauciuc cu capilar : 1 ţeavă, 2 capilar

[1]) „ASTM manual on quality control of materials" Ed. ianuarie 1951, pag. 46.

x) După „Energetik", nr. 6/956,

Asupra definiției unității de timp

A. DANJON, Directorul
Observatorului din Paris*)

Сообщение рассматривает следующие два вопроса:
— Формулировка нового астрономического определения единицы времени;
— Выбор частичноцо физпческого эталона.
Автор подчеркивает необходимость незамедлительного принятия международного решения по внедчению международного частичного эталона, поскольку в настоящий момент определяющий снкунду метрологов текст потерял свое значение и это может привести в дальнейшем к нежелательным выводам.

★

Le rapport examine deux questions:
— La rédaction d'une nouvelle définition astronomique de l'unité de temps.
— Le choix d'un étalon physique de fréquence.
L'auteur insiste sur la nécessité de prendre au plus tôt une décision de portée internationale en ce qui concerne l'adoption d'un étalon international de fréquence, vu qu'actuellement le texte définit la seconde des métrologues a perdu toute signification, ce qui à l'avenir peut donner lieu à des regrétables confusions.

In virtutea unei convenții adoptată în1952 de către Uniunea Astronomică Internațională, timpul efemeridelor, — indicat mai jos prin T sau prin TE, după caz, — este definit în funcție de longitudinea medie a soarelui, prin următoarea relație:

(1) $L = 279°41'48'',04 + 129\,602\,768'',13\ T + + 1'',089\ T^2$,

în care unitatea de timp este secolul julian de 36525 zile, iar epoca de origină momentul în care longitudinea soarelui era de 279° 41′ 48″, 04, la 31 decembrie 1899. Această origine este reprezentată de astronomi în mod convențional prin:

1900 ianuarie 0 la orele 12 (TE).

Valorile numerice care figurează în relația (1) sînt luate din tabelele lui Newcomb (Astronomical Papers of the American Ephemeris, VI). Primele două au fost obținute prin observație, a treia prin teorie și observație.

Factorul numeric care multiplică pe T în relația (1) era deci pentru Newcomb o dată empirică. Decizia Uniunii Astronomice Internaționale i-a schimbat caracterul. De acum înainte este o constantă arbitrară, convențională, nesupusă schimbărilor. Într-adevăr, ea este aceea care definește implicit unitatea de timp. Mișcarea mijlocie seculară a soarelui este egală, prin convenție, cu:

129 602 768″, 130 000 ..... + 2″, 178 T.

De aci se deduce durata anului tropic în timpul efemeridelor:

31 556 925″, 974 741 5 .....—0″ 5303 ... T

De unde rezultă definiția explicită a unității de timp a astronomilor, care poate fi formulată astfel:

„Secunda timpului efemeridelor este fracțiunea (2) 1/31 556 925, 974 741 5 ..... .a anului tropic pentru 1900 ianuarie 0 la orele 12 TE.

În definiția de mai sus am oprit împărțirea la a 7-a cifră zecimală. S-ar putea merge mai departe. De asemenea, variația anului tropic ar putea să facă obiectul unui studiu teoretic mai complet. Definiția de mai sus va corespunde deci încă mult timp nevoilor astronomiei.

Să trecem acum la practică și să căutăm a fixa limitile de precizie a măsurării astronomice a unui mare interval de timp. Dacă de exemplu este vorba de etalonarea absolută a unui etalon de frecvență, comparațiile trebuie să dureze cel puțin un an. Un asemenea interval poate fi determinat în timpul efemeridelor cu o eroare probabilă de cîteva sutimi de secundă; pentru a reda o idee mai precisă, să spunem că ar fi de 0″06. Eroarea relativă este deci de 2.10^{-9}. În consecință, definiția practică pe care o redăm mai jos și care a fost redactată acum trei ani, pentru fizicieni ar părea destul de precisă:

(3) „Secunda este fracțiunea 1/31 556 925, 975 din anul tropic pentru 1900, 0″.

Metodele astronomice se perfecționează însă cu repeziciune și nu ar fi poate prevăzător să limităm la 10^{-10} exactitatea definiției. Autorul acestor rînduri propune să se păstreze o zecimală suplimentară, fracția neglijată coborîndu-se astfel de la $-8{,}5.10^{-12}$ la $+1{,}3.10^{-12}$.

Definiția (3) impune o altă remarcă. Deoarece epoca 1900,0 nu coincide cu epoca T = O, secunda definită nu este teoretic indentică cu secunda efemeridelor. Diferența este mică, dar mai mulți fizicieni au făcut observația că în materie de definiții sau de principii nu există cantități neglijabile.

Acest punct nu merită de altfel să rețină atenția, deoarece noua definiție nu se va impune

* Raport prezentat "Comitetului Internațional de Măsuri și Greutăți de către A. Danjon, Directorul Observatorului din Paris și membru al acestui Comitet Internațional.

decît dacă unanimitatea celor care o folosesc îi va recunoaşte validitatea.

Prin definiţie, notaţia 1900,0 indică momentul în care longitudinea mijlocie a soarelui a atins valoarea de 280°, în timp ce notaţia „1900 ianuarie 0 la orele 12″ indică momentul în care această longitudine era egală cu termenul constant din relaţia (1), adică 279° 41′48″,04. Aceste două origini diferă cu 7 ore 23 min. 9 s. În acest timp, durata anului tropic s-a micşorat cu $1{,}416.10^{-13}$ cantitate foarte mică dacă ne mulţumim cu o difinişie apropiată de aproximativ 10^{-11}. În timpul efemeridelor, ea este de : 31 556 925^{s}, 974 737 0 ....

Oricît de mică ar fi însă diferenţa dintre ele, şi cu toate că sînt practic echivalente, nu este mai puţin adevărat că definiţiile (2) şi (3) sînt teoretic incompatibile.

Astronomii au crezut că trebuie să adopte origina 1900,0, începutul anului tropic după Bessel, deoarece însăşi definiţia face uz de durata anului tropic. Ei au mai avut încă în vedere, ca o grijă specială, de a nu menţiona timpul efemeridelor. Uniunea Astronomică Internaţională a adoptat epoca 1900,0 fără discuţie, în adunarea generală din 1955. De atunci însă, specialiştii sesizaţi de obiecţiunea formulată de către anumiţi fizicieni, au discutat problema prin corespondenţă. Deşi au exprimat rezerve, dacă nu chiar regrete, toţi s-au declarat gata să accepte înlocuirea epocii 1900,0 prin epoca 1900 ianuarie 0 la orele 12 TE, dacă de această înlocuire depinde acordul fizicienilor. În acest caz, definiţia ar fi redactată după cum urmează :

(4) „Secunda este fracţiunea 1/31 556 925, 975 (sau 9747) a anului tropic pentru 1900 ianuarie 0 la orele 12 TE (conform tabelelor lui Newcomb în valoare de : 1/31 556 925, 974 741 5 . . .)"

Considerînd inutilă menţinerea valorii exacte, unii dintre corespondenţi propun suprimarea ei, ceea ce nu poate avea inconveniente. Dimpotrivă, dacă s-ar decide menţinerea epocii 1900,0 ar trebui—pentru suprimarea oricărei îndoieli—să se menţioneze durata exactă a anului tropic pentru această epocă. În acest caz definiţia ar fi redactată după cum urmează :

(5) „Secunda este fracţiunea 1/31 556 925, 975 (sau 9747) a anului tropic pentru 1900,0 (conform tabelelor lui Newcomb în valoare de 1/31 556 925, 974 737 0 . . .)"

Chiar cercetată astfel, această ultimă definiţie are defectul de a menţiona o origină de timp distinctă de epoca TE = 0, ceea ce poate să fie o sursă de confuzii.

Comitetul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi a fost imputernicit, de către Conferinţa Generală din 1954, să ia hotărîre definitivă, trebuind astfel să aleagă între aceste două forme (4) şi (5), prima putînd fi admisă fără paranteză.

În favoarea redactării formulei (5), se poate invoca faptul că ea a fost aprobată de Uniunea Astronomică Internaţională în 1955, dar Dr. Marcovitz, Preşedintele Comisiunii 31, a acestei Uniuni, scrie în 31 iulie 1956 că cealaltă definiţie „precizează epoca pentru care secunda urmează să fie evaluată şi realizează intenţia Comisiunii 31 a Uniunii Astronomice Internaţionale, de a defini noua unitate de timp" (în engleză în textul original, n.t.). Comitetul Internaţional poate deci adopta tot atît de bine forma (4) cît şi forma (5).

Autorul raportului de faţă preferă redactarea (4), dusă pînă la a patra zecimală şi fără paranteza finală. Dar dacă în sînul Comitetului Internaţional s-ar forma o majoritate în favoarea redactării (5) cu *menţinerea parantezii, finale*, el s-ar ralia acestei majorităţi.

* * *

După cum se ştie, compararea etaloanelor de frecvenţă atomică sau moleculară este mai precisă şi mai fidelă decît compararea acestor frecvenţe în timp astronomic. Deoarece etaloanele fizice se ameliorează mai repede decît metodele astronomice, este indispensabilă o înţelegere internaţională asupra alegerii unui etalon fizic de frecvenţă, mai bine adaptat lucrărilor de laborator decît etalonul astronomic. Întrucît laboratoarele interesate au fiecare etalonul lor particular, dacă această înţelegere s-ar amîna, rezutatele furnizate de aceste laboratoare nu vor putea fi raportate la un sistem unic.

O problemă similară s-a pus spectroscopiştilor acum aproximativ 50 ani. Din momentul în care lungimile de undă au putut fi comparate între ele cu mai multă precizie decît aceea obţinută prin compararea lor cu un etalon cu repere, au rezultat tot atîtea scări de lungimi de undă cîte laboratoare existau. Pentru a pune capăt acestei stări de lucruri, s-a creat atunci unitatea Angström. Ea este defintiă prin relaţia :

$$\lambda \text{ Cd roşu} = 6438{,}469 \text{ Å}$$

Această lungime de undă particulară (specială) făcuse obiectul unor măsurări prealabile absolute şi foarte precise. Angströmul este deci foarte aproape de 10^{-10} m, dar nu constituie o unitate metrică.

Utilizarea lui oferea cu toate acestea avantaje atît de mari, pentru normalizarea lungimilor de undă, încît a 7-a Conferinţă Generală a decis sancţionarea lui. Astăzi, metodele interferometrice fiind de practică curentă, fizicienii merg şi mai departe încă. Ei propun să se adopte, ca etalon primar de lungime, o lungime de undă şi este de presupus că această propunere va fi sancţionată în curînd printr-o decizie internaţională.

Autorul prezentului raport a reamintit aceste fapte, la Dublin, în septembrie 1955, în faţa Comisiunii 31 a Uniunii Astronomice Internaţionale, în urma unei intervenţii a Dr. Essen, care era favorabil adoptării imediate a unui etalon fizic de timp.

Propuneam Doctorului Essen să accepte în mod provizoriu secunda efemeridelor, ceea ce nu l-ar fi împiedicat să aleagă, împreună cu ceilalți specialiști, un etalon fizic internațional de frecvență, susceptibil să indeplinească pentru ei același rol pe care Angströmul îl îndeplinește pentru spectroscopiști. Noul etalon trebuia să fie reproductibil la un înalt grad de precizie. Frecvența sa trebuia să fie raportată, cu foarte mare exactitate, la secunda efemeridelor, pentru a se reduce cît mai mult posibil diferența progresivă dintre scările de timp astronomic și fizic. Valoarea numerică găsită pentru frecvență urma să fie sancționată printr-o convenție internațională, ceea ce ar pune-o la adăpost de orice revizie ulterioară. În felul acesta s-ar stabili un sistem internațional provizoriu, destinat să devină definitiv, în ziua în care ar fi confirmat — după o suficientă perioadă de timp — de către experiență.

Trebuie remarcat totuși că scara astronomică de timp nu-și pierde prin aceasta utilitatea. Tehnica etaloanelor de frecvență ne va pune la îndemînă o unitate de timp de un grad de precizie la care observația astronomică nu poate ajunge, dar nu vedem încă felul în care această tehnică va putea pune la îndemînă cu toată siguranța și stabilitatea în timp necesară, o scară de timp nelimitată care să permită datarea fenomenelor. Problema prezintă aci un aspect particular al cronologiei, fără analogie în celelalte ramuri ale metrologiei, aspect care va necesita încă mult timp o strînsă colaborare a astronomilor și fizicienilor, unii păstrînd origina scării, iar ceilalți unitatea ei.

Doctorul Essen a reînoit propunerea sa în „Nature", 178 p., 34,7 iulie 1956. După însăși părerea doctorului Essen, nu poate fi încă vorba de luarea unei hotărîri inainte de a se fi comparat între ele diversele tipuri de etaloane care se experimentează actualmente, și de a se fi controlat reproductibilitatea lor. Comitetul Internațional ar face în această problemă un lucru util prin provocarea, încă de pe acum, a acestor comparații și controale. Pentru aceasta Comitetul are două căi :

1). — Instituirea unui Comitet consultativ, după modelul comitetului pentru definirea metrului. Comitetul Internațional ar putea însă să găsească inoportună această nouă extindere a activității sale.

2). — În acest caz, ar trebui să sesizeze deopotrivă Uniunea Internațională de Fizică pură și aplicată și Uniunea Astronomică Internațională, insistînd asupra importanței fundamentale și asupra urgenței problemei care se pune.

Cele două probleme examinate în raportul de față și anume : redactarea unei noi definiții astronomice a unității de timp și alegerea unui etalon fizic de frecvență, trebuie să fie studiate paralel, fără ca una să dăuneze celeilalte. Tehnica etaloanelor de frecvență deschide în fața noastră perspective strălucite și viitorul îi aparține, dar nu trebuie să uităm *că actualmente*, deoarece testul care definește secunda metrologilor a pierdut orice semnificație, oricine poate să se creadă îndreptățit să întrebuințeze în mod arbitrar o unitate, la alegerea sa.

Astronomii au observat la timp acest pericol și în 1955, au luat măsurile necesare pentru a restabili unitatea scării lor de timp. Dacă oricare constructor de ceas atomic sau molecular s-ar considera independent, atît față de ceilalți cît și față de astronomi — și nu mai trebuie mult ca să ajungem pînă acolo — adoptarea unui etalon internațional de frecvență ar fi foarte serios compromisă, deoarece ne-am găsi în fața unor poziții luate dinainte.

Aparate electrice de măsurat lungimi

HÎNCU VICTOR

Автор описывает несколько типоаппаратов по электрическому измерению линейных величин, дает характеристику и принцип, на котором построена их работа. В заключение указывается на значение применения этих аппаратов при автоматизации контроля по качеству на производстве.

L'auteur présente quelques types d'appareils électriques à mesurer les longueurs, leurs caractéristiques et le principe de fonctionnement. L'emploi de ces instruments en ce qui concerne l'automatisme du contrôle qualitatif dans l'industrie est d'une grande importance.

Pe zi ce trece, aparatele electrice pentru măsurări de lungimi capătă o utilizare din ce în ce mai mare în industrie. Ele vor lua în viitor locul aparatelor mecanice şi optico-mecanice, deoarece prezintă o serie de avantaje ca : sensibilitate mare, posibilitate de a se efectua măsurări la distanţă, precum şi posibilitate de automatizare a procesului de producţie.

La baza funcţionării acestor aparate stau cinci principii şi anume :

1. *Principiul contactului direct*, care constă în deplasarea unei tije palpatoare pentru închiderea contactului circuitului electric în care se cuprinde releul de comandă al mecanismului de sortare.

Schema de funcţionare a unui aparat cu contact direct, de construcţie mai simplă, este arătat în fig. 1.

Piesa (1) care se controlează se aşează între

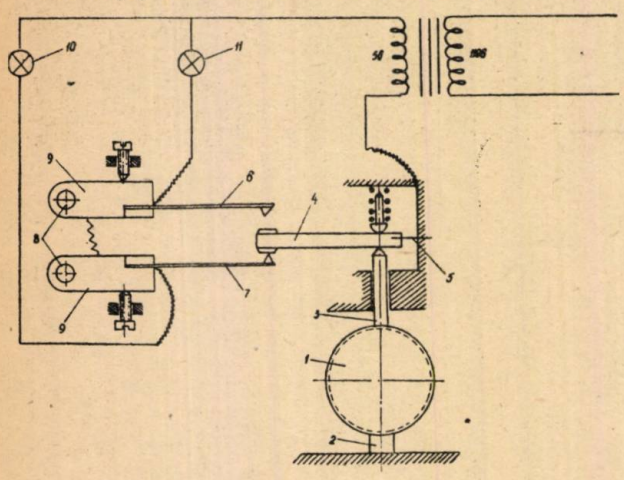


Fig. 1

opritorul fix (2) şi tija palpatoare (3). În cazul cînd piesa este bună, pîrghia (4), fixată cu arcul plat (5) de cadrul dispozitivului, capătă o poziţie medie între contactele 6 şi 7. Poziţia vîrfurilor de contact se reglează cu ajutorul a două şuruburi. Tot cu ajutorul şuruburilor se poate fixa şi domeniul de măsurare.

Dacă dimensiunea controlată va fi mai mare sau mai mică decît cea admisibilă, atunci pîr-

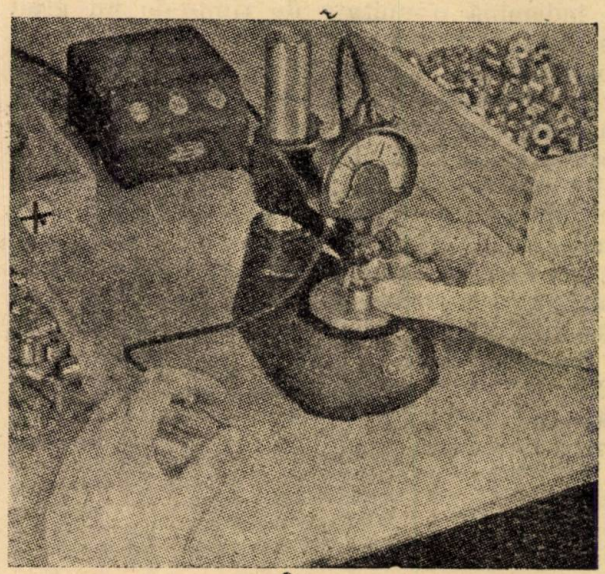


Fig. 2

ghia (4) va închide prin contactele (6) sau (7) circuitul electric, în care sunt cuplate becuri colorate de semnalizare (10) şi (11).

Aparatele care funcţionează pe acest principiu servesc la selecţionarea pieselor bune faţă de cele rebutate, ele neputînd măsura mărimea abaterilor.

În aceeaşi grupă de aparate există şi aparate la care se poate face citirea directă a dimensiunii, însă partea indicatoare nu este electrică ci funcţionează pe bază mecanică (fig. 2).

Dintre comparatoarele cu contact direct citäm : *a*) Comparatorul cu contact electric.— Este format dintr-un comparator obişnuit legat cu un dispozitiv de semnalizare cu lămpi — (fig. 3). După culoarea lămpilor aprinse se apreciază dacă piesa controlată este bună sau nu. *b*) Comparatorul cu cadran (Tesa S.A. Renens

— Lausanne) (fig. 4 şi fig. 5). Este asemănător cu cel descris mai sus, avînd însă următoarele particularităţi :

— se poate monta pe maşini unelte, astfel încît poate fi folosit în timpul prelucrării ;

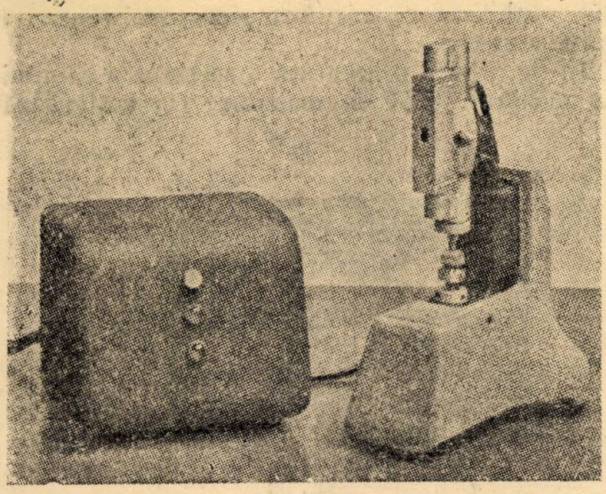


Fig. 3

— valoarea diviziunii comparatorului este 1 μ ;

— eroarea de contact este $\pm$ 0,5 μ ;

— domeniul de măsurare este de $\pm$ 50 μ şi efortul de măsurare este de 250 g.

c) Dispozitivul din fig. 6, construit în U.R.S.S., serveşte la controlul automat al dimensiunilor pieselor. În acest scop dispozitivul se montează pe maşina de rectificat, sortarea făcîndu-se în timpul prelucrării.

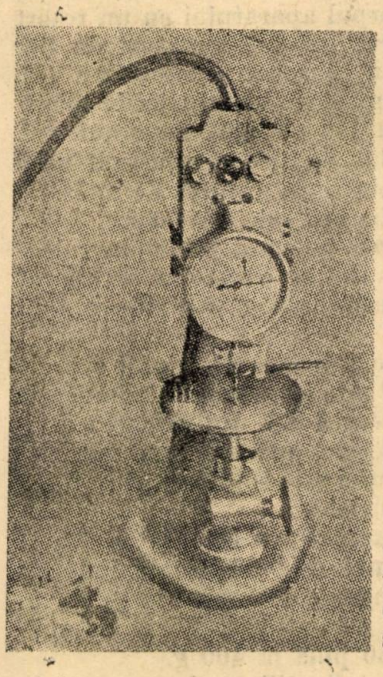


Fig. 4

Dispozitivul transmite mecanismului de comandă al maşini de rectificat două comenzi şi anume :

1) schimbarea de la avansul de degroşare la avansul de finisare şi

2) oprirea avansului şi îndepărtarea rapidă a pietrei de polizor, cînd dimensiunea piesei a fost obţinută.

Acest dispozitiv constă dintr-o parte măsurătoare şi dintr-o suspensie articulată avînd amortizor cu ulei.

Contactul cu piesa care se prelucrează se realizează prin intermediul calibrului potcoavă (1) şi prin tija palpatoare (2) care, pe măsura micşorării dimensiunei piesei, se deplasează în jos sub acţiunea arcului (3). Prin echerul (4) tija palpatoare acţionează asupra pîrghiei de contact (5), care se fixează pe corp cu ajutorul a două arcuri plane montate în cruce. Contactele fixe (7) sînt montate pe pîrghiile intermediare (8) şi (9). Aceste pîrghii intermediare sînt apăsate permanent pe şuruburile de reglare (12) de către arcurile (10) şi (11). Contactele sînt executate din Wolfram şi izolate faţă de corp cu ajutorul unor bucşe de ebonită.

Pentru a se uşura reglarea la dimensiunile date şi pentru simplitatea observării variaţiei efective a dimensiunii piesei în rimpul rectificării, sînt montate în corpul dispozitivului două lămpi de semnalizare colorate şi un comparator. Lămpile de semnalizare indică momentul cînd intră în funcţiune mecanismele de comandă.

Ca instalaţie de amplificare se utilizează un

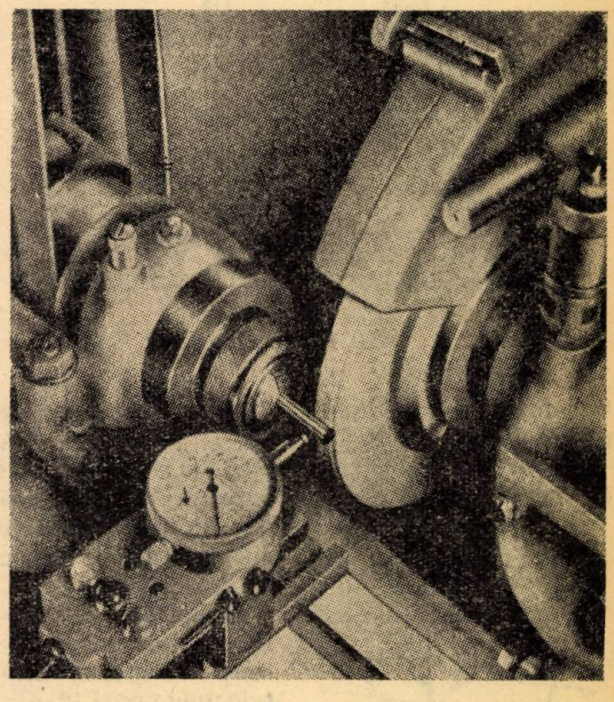


Fig. 5

releu electronic cu un releu intermediar de semnalizare.

Forţa de măsurare a dispozitivului variază între 450 şi 550 g.

Modernizarca în acest fel, a comparatoarelor cu contacte electrice, a contribuit la scăderea la minimum a rebuturilor. Deoarece la aparatele electrice dimensiunea se transmite prin relee sau prin amplificare, aparatul electric, prin contact, dă posibilitatea supravegherii automate a maşinii, astfel încît odată cu atingerea dimensiunii respective, aceasta se opreşte. Cu aceasta se reuşeşte ca rebutul, provenit din dimensiunea injustă a pieselor, să fie eliminat.

2. *Principiul inducţiei* foloseşte relaţia de dependenţă dintre mărimea coeficientului de

autoinducție al unei bobine de reactanță, în funcție de intrefierul din circuitul magnetic.

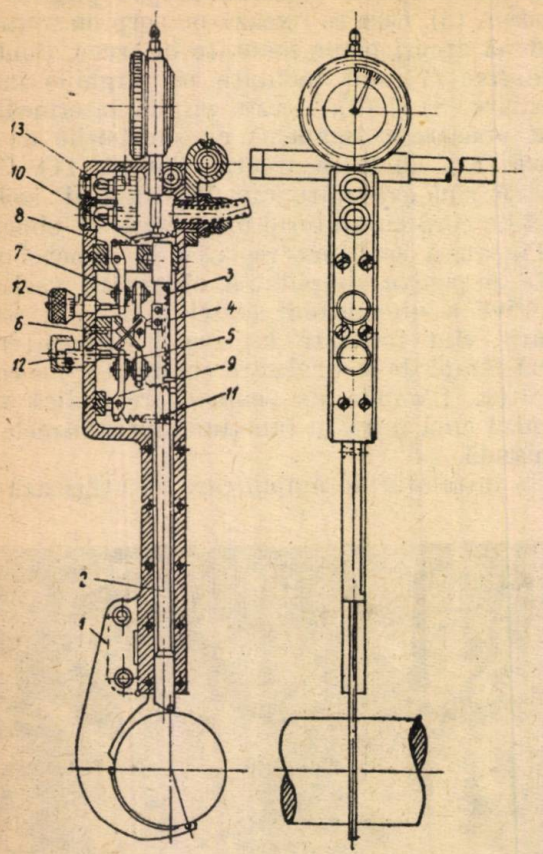


Fig. 6

Schema de conexiune cu punte electrică este reprezentată în fig. 7.

Intre doi electromagneți (1) indreptați cu polii față în față, se găsește o armătură de fier (6), fixată de corpul aparatului cu un resort plat.

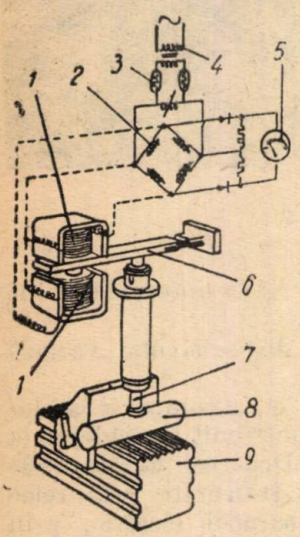


Fig. 7

Bobinele electromagneților și rezistența formează brațele unei punți (2) alimentate cu curent alternativ prin transformatorul (4) și stabilizatorul de tensiune (3). Pentru poziția medie, curentul pe diagonală este egal cu zero.

In orice altă poziție, în diagonala punții trece un curent a cărui intensitate este determinată de mărimea deplasării armăturei, deplasarea fiind considerată în raport cu poziția medie.

Variația de curent este măsurată cu un aparat indicator care este, în cazul de față, un galvanometru (5) gradat direct în microni.

Piesa de măsurat (8) se așează între palpatorul (7) și măsuța aparatului (9).

In general, comparatorul de inducție este format din două părți distincte : o parte mecanică, formată din capul de măsurat, montat pe un suport special și o parte electrică, formată din stabilizator transformator, rezistențe și galvanometru.

In fig. 8 este prezentată o secțiune a capului de măsurat. Tija de măsurare (1) acționează

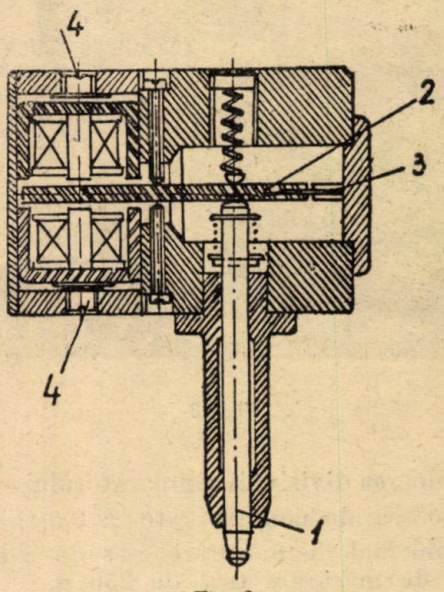


Fig. 8

cu unul din vîrfuri asupra armăturii de fier (2) ce este fixată de corpul aparatului cu un resort plat (3). Deplasarea acestei armături de fier poate fi limitată cu ajutorul șuruburilor (4). Prin intermediul armăturii, vîrful tijei de măsurare este presat în jos cu ajutorul unui arc. Arcul poate fi reglat de sus cu ajutorul unui șurub care mai poate regla și forța de apăsare, care nu trebuie să fie mai mică de 50 g.

La aparatele bazate pe acest principiu valoarea mărimii de măsurat se citește la un aparat electric indicator, care indică și abaterea față de mărimea reală.

La aceste aparate valoarea diviziunii este de 0,001 mm sau 0,002 mm iar eroarea de indicație nu trebuie să depășească 0,5 din valoarea diviziunii. Unul din aceste aparate care funcționează pe baza inducției este reprezentat în fig. 9 (Reishauer S.A. Zurich).

Amplificarea măsurării variază între 750 :1 și 16000 :1. Domeniul de indicație depinde de amplificare și este între $\pm$ 10 μ pînă la $\pm$ 100 μ. Imprecizia maximă este $\pm$ 2%. Forța de apăsare variază între 50 pînă la 400 g.

Aceste aparate pot fi utilizate la operații de control și sortare și pot înlocui aparatele cu amplificare mecanică.

3. *Principiul capacității* este asemănător principiului inducției, cu deosebirea că in locul armăturei se deplasează o lamă de condensator care schimbă capacitatea și rezistența unui circuit electric.

Diferența de lungime, adică variația capacității unui condesator o putem măsura cu un montaj de rezonanță.

Schema teoretică a acestui montaj se vede în

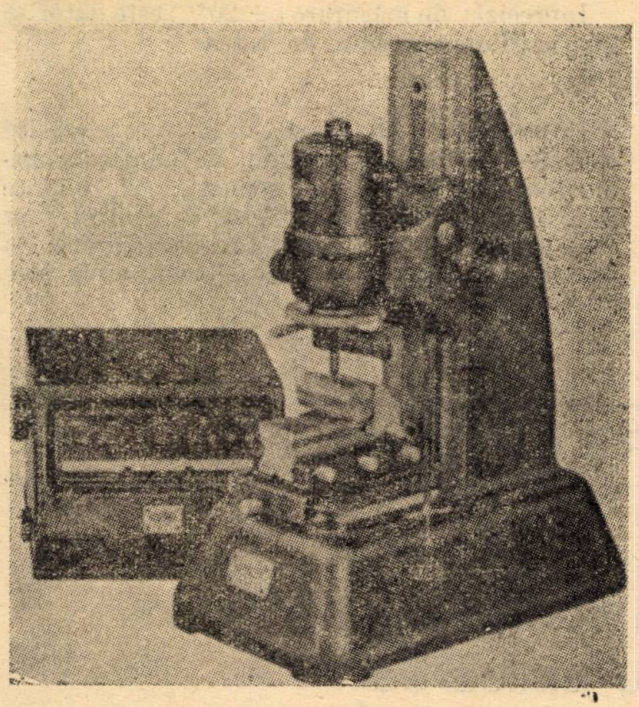


Fig. 9

fig. 10. Condensatorul C_x și condensatorul variabil C_n formează, cu ajutorul inductanței L, un circuit oscilant care este alimentat de un generator de înaltă frecvență (1).

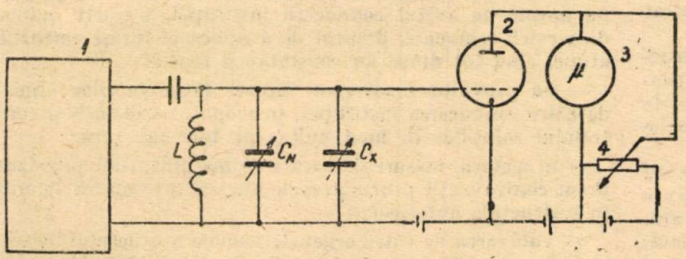


Fig. 10

Dacă circuitul oscilant cu generatorul se află la o rezonanță apropiată, atunci o variație mică a capacității C_x produce o variație mare a tensiunii circuitului de rezonanță. Circuitul oscilant poate fi reglat cu ajutorul condensatorului C_n, în așa fel încît domeniul de lucru al comparatoarelor să rămînă în partea liniară a curbei de rezonanță. Așa dar punctul de rezonanță nici nu trebuie atins, căci prin el măsurarea devine imposibilă.

Tensiunea circuitului oscilant se măsoară cu ajutorul unui aparat indicator (3), conectat în circuitul anodic al unei redresoare (2).

Odată cu schimbarea amortizării circuitului oscilant putem, în mare măsură, schimba și panta curbei de rezonanță și deci valoarea domeniului de măsurare va fi mărit.

Poziția zero a aparatului se poate regla cu ajutorul rezistenței (4).

La aceste aparate schemele electrice sunt destul de complicate și necesită piese multe. De aceea folosirea acestor aparate în industrie nu este rentabilă.

4. *Principiul fotoelectric*, este redat în fig. 11 De la sursa de lumină (1), razele de lumină trec

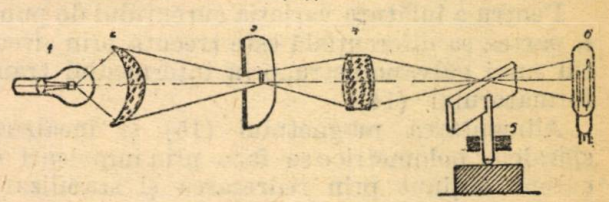


Fig. 11

printr-un condensor (2), apoi printr-o diafragmă (3), străbat obiectivul (4), formînd în planul obturatorului (5) imaginea diafragmei sub forma unui spot luminos. Obturatorul este montat pe partea superioară a tijei de măsurare. Prin deplasarea tijei, obturatorul poate întrerupe parțial sau total fascicolul de lumină și în felul acesta poate varia fluxul luminos, respectiv iluminarea celulei fotoelctrice (6).

Prin aceasta se obține o variație a curentului emis de celulă, curent care se măsoară cu ajutorul unui galvanometru gradat direct în microni

Aceste aparate fotoelectrice sînt mai puțin precise decît cele de inducție, totuși ele sînt folosite la controlul automat al prelucrării pe mașinile unelte.

5. *Principiul aparatelor bolometrice* este reprezentat schematic în fig. 12.

Palpatorul (2) este fixat cu ajutorul arcurilor plate (1) și este întins, fără frecare, cu ajutorul arcului de măsurat (3) care rotește bobina (5) a galvanometrului, în cîmpul magnetului (4), proporțional cu mișcarea vîrfului palpator. Odată cu rotirea bobinei (5) se deplasează și placa dirijoare (6), care inchide deschizăturile (7) ale compresorului (8). Spiralele bolometrului (9...12) sînt legate în punte și încălzite electric. Placa dirijoare (6) variază curentul de aer rece, ceeace provoacă variația rezistenței spiralelor bolometrului. In

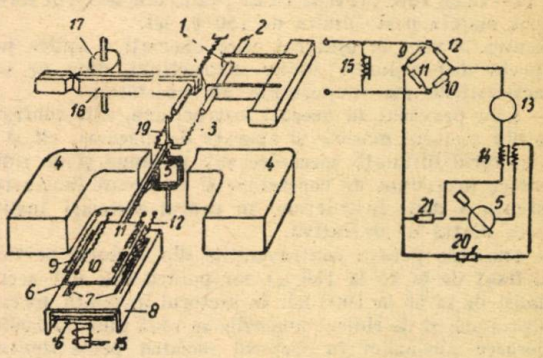


Fig. 12

acest mod, o parte din curentul din punte creează în bobina 5 un moment electric roti-

tor, care se opune momentului de rotaţie mecanic creat de palpatorul (2). Deci bobina (5) se mişcă pînă cînd cele două momente de rotaţie sunt la fel de mari. Atunci momentul de rotaţie a bobinei este proporţional cu curentul, după cum indicaţia instrumentului (13) a curentului *i*, ce trece prin punte, este proporţională cu mişcarea vîrfului palpator.

Pentru a înlătura variaţia curentului de punte *i*, partea sa diferenţială este trecută prin circuitul unui galvanometru, prin intermediul transformatorului (14).

Alimentarea magnetului (15) şi încălzirea spiralelor bolometrice se face prin impulsuri de curent obţinut prin redresarea şi stabilizarea unui curent alternativ.

Cu ajutorul unui excentric (17) şi prin bara (18) se poate regla tensiunea contra arcului (19) şi fixa astfel punctul zero cu aproximaţie de 20% din valoarea scării. Domeniul de măsurare poate fi reglat cu ajutorul rezistenţei variabile (20).

Inprecizia de măsurare (± 20%) este datorită fluctuaţiilor tensiunii de reţea.

* * *

Introducerea pe scară largă a aparatelor electrice de măsurat lungimi în industria constructoare de maşini va însemna un pas înainte în aplicarea metodelor moderne de control, fapt care contribuie la îmbunătăţirea calităţii, la micşorarea rebuturilor şi deci la ieftenirea produselor.

INDRUMATOR LEGISLATIV

Cu privire la sancţionarea contravenţiilor la dispoziţiile legale pentru aplicarea generală a sistemului metric

Expirînd valabilitatea „instrucţiunilor" aprobate cu H.C.M. nr. 903—1954 cu privire la sancţionarea contravenţiilor la legislaţia metrologică, s-au emis noi instrucţiuni care au fost aprobate cu H.C.M. nr. 1721—1956, publicată în Colecţia de H.C.M. nr. 41 din 3 septembrie 1956 şi care au intrat în vigoare pe data de 9 septembrie 1956.

În timpul celor 2 ani de experienţă în aplicarea instrucţiunilor aprobate prin H.C.M. nr. 903—1954 şi în urma progresului tehnicii noi şi a cuprinderii din ce în ce mai mare de noi domenii de măsurare, s-a constatat că instrucţiunile trebuiau refăcute şi adaptate noii situaţii.

În acest scop s-au emis noile instrucţiuni, aprobate cu H.C.M. nr. 1721—1956, în care pe lîngă abaterile existente s-a prevăzut o nouă serie de abateri, considerate contravenţii.

În acelaşi timp s-a dat textului o redactare mai clară, iar procedurii de constatare şi amendare o reglementare mai operativă. — Amenzile au fost puse în acord cu noul articol 36 din Decretul 184—1956, republicat în Buletinul Oficial nr. 12—1955, care prevede că amenzile din sectorul socialist se pot majora peste limita de 150 de lei.

Pentru a veni în ajutorul celor chemaţi a aplica sau a respecta dispoziţiunile noilor instrucţiuni, dăm pe scurt, caracteristicile mai importante ale acestora :

— S-au prevăzut în aceeaşi instrucţiune, atît contravenţiile din sectorul măsuri şi aparate de măsurat, cît şi cele din sectorul instalaţii mecanice sub presiune şi de ridicat, deoarece procedura de constatare şi amendare fiind aceeaşi, existenţa a două instrucţiuni în cadrul aceleiaşi instituţii nu era destul de operativă.

— amenzile pentru contravenţiile din sectorul particular s-au fixat de la 15 la 150 lei, iar pentru cele din sectorul socialist de la 50 la 1000 lei. În sectorul instalaţii mecanice sub presiune şi de ridicat amenzile se urcă pînă la 5000 lei. Majorarea amenzilor în sectorul socialist peste limita de lei 150 a fost necesară date fiind urmările grave pentru economia ţării noastre în caz de nerespectare a legislaţiei metronogice.

— s-au arătat mai explicit care sînt organele îndreptăţite a constata contravenţiile, a efectua confiscările, a fixa despăgubirile civile, a aplica amenzile şi a rezvolva întîmpinările.

— în vederea rezolvării cît mai rapide, în regiunea respectivă, a proceselor verbale de contravenţie, fără să mai fie nevoie de avizul conducerii instituţiei, s-a dat şefilor de servicii regionale, dreptul de a aplica ei însăşi amenzile atunci cînd tot dînşii au constatat şi faptul.

— s-a prevăzut rezolvarea tuturor întîmpinărilor numai de către conducerea instituţiei, în scopul coordonării şi controlului soluţiilor în mod unitar pe întreaga ţară.

— în sectorul măsuri şi aparate de măsurat, s-au prevăzut drept contravenţii şi următoarele abateri care nu au figurat în instrucţiile anterioare :

a). eliberarea de către organele vamale a utilajului metrologic importat fără ca acesta să fie însoţit de autorizarea de import (art. 4) ;

b). punerea în funcţiune a utilajului metrologic mutat din amplasament, fără o prealabilă reverificare legală a acestuia (art. 8) ;

c). nepunerea la dispoziţia verificatorilor a mijloacelor de transport pentru etaloane, cînd verificarea se face la locul de folosire (art. 9) ;

d). omisiunea de a se numi responsabili metrologi de către întreprinderi (art. 12) ;

e). folosirea de cîntăritori publici neautorizaţi (art. 17) ;

f). neanunţarea mutării sediului sau încetării activităţii autorizaţilor de a fabrica, construi, importa, repara, închiria sau vinde aparataj metrologic (art. 19) ;

g). împiedicarea organelor de control ale Direcţiei Generale de Metrologie de a sigila ori a ridica aparatajul metrologic nelegal (art. 20) :

În concluzie arătăm că încălcarea celorlalte dispoziţii şi nerespectarea altor obligaţiuni care rezultă din legislaţia metrologică în vigoare şi necuprinse în Instrucţiunile publicate în Colecţia H.C.M. nr. 41—1946, se consideră infracţiuni şi vor fi pedepsite, conform textelor respective ale codului penal.

Măsurarea temperaturii suprafețelor în mișcare

CHIRICA ECATERINA

Отмечая значение температуры вращающихся поверхностей, в статье дается классификация методов измерения температуры этих поверхностей, основой которых являются следующие три способа передачи тепла: кондукция, конвекция, радиация.

Après avoir montré l'importance de la température des surfaces en mouvement, l'auteur donne une classification des méthodes employées à la mesure de ces surfaces; critère de classification: les trois modes dont est transmise la chaleur — conduction, convection et radiation.

On analyse amplement les divers procédés et appareils, en insistant sur les erreurs de mesure et leurs causes.

Problema măsurării temperaturii pieselor de mașini în mișcare are o mare importanță în tehnică.

Pentru protejarea mașinilor, este absolut necesar să se cunoască temperatura diferitelor piese de mașini (cilindri, axe, lagăre etc.) în timpul funcționării, pentru a se putea evita depășirea anumitor temperaturi maxime.

In anumite împrejurări, cum ar fi de pildă cazul tuturor lagărelor motoarelor electrice sau a motoarelor cu ardere internă, aceste temperaturi maxime admise sînt relativ joase. Astfel, pentru lagărele cu cuzineți de bronz sau de aliaj alb (plumb + antimoniu) temperaturile maxime sînt de 110°C, iar la cuzineți și piese din aliaje de zinc, numai 90°C.

Necesitatea unui control al temperaturii reese în special din aceea că, la creșterea temperaturii, vîscozitatea lubrifiantului scade foarte repede și, odată cu aceasta, și acțiunea de lubrifiere. Acest lucru face să crească tot mai mult frecarea între piese, mărindu-se astfel din nou temperatura lagărelor ceea ce determină arderea și eliminarea lubrifiantului, roaderea și distrugerea suprafețelor în contact și, în final, griparea sau chiar topirea cuzinetului —

La aliajele de zinc se mai adaugă, pe lîngă cele de mai sus, faptul că, la temperaturi peste aproximativ 100°C, scade foarte repede tenacitatea și friabilitatea.

Acest lucru este valabil atît pentru motoare cît și pentru mașini și aparate electrice care lucrează la temperaturi critice și mai joase. Din această cauză apare necesitatea cîteodată a unui control continuu al temperaturii. Acest control se poate efectua prin mai multe metode.

Dintre metodele de măsurare a temperaturii suprafețelor, metode redate pe larg într-un articol anterior, nu toate sînt aplicabile la măsurarea temperaturii suprafețelor în mișcare. Aceste metode pot fi clasificate după modul de transmitere al căldurii.

Se știe că, orice suprafață a cărei temperatură diferă de cea a mediului ambiant, transmite căldura către acest mediu în trei feluri :

— Prin conducție, cînd schimbul de căldură se face prin atingerea directă a celor două suprafețe (care cedează și care primește căldură). In acest sistem se realizează un schimb de energie cinetică între suprafețele corpurilor.

— Prin convecție, cînd schimbul de căldură se face prin intermediul unui fluid (gaz sau lichid) care se încălzește ; prin deplasarea moleculelor se transmite energia cinetică care dă naștere schimbului de căldură.

— Prin radiație, cînd schimbul de căldură se face prin transmitere de energie calorică sub formă de raze termice invizibile.

Fiecare din aceste moduri de transmitere a căldurii dă naștere la o serie de metode de măsurare a temperaturii.

I. DETERMINAREA TEMPERATURII SUPRAFEȚELOR IN MIȘCARE CU AJUTORUL CONDUCȚIEI

1. — Cel mai elementar mod de măsurare a temperaturii (firește numai a temperaturilor relativ joase) se obține prin contactul direct al mînii cu suprafața de cercetat.

Cu această metodă se pot face măsurări pînă la 80°C, „precizia" depinzînd de experiența operatorului.

2. — O altă metodă simplă se bazează pe schimbarea fenomenelor fizice și chimice la diferite temperaturi. De exemplu, se poate constata, fără o eroare apreciabilă, dacă temperatura unui corp este sub sau peste 100°C, punînd o picătură de apă pe suprafața respectivă și observînd dacă aceasta fierbe.

3. In unele cazuri, controlul temperaturii se realizează prin acoperirea diferitelor piese, sensibile la căldură, cu vopsele indicatoare de temperatură, numite vopsele termoscopice (în unele cazuri, culori termoscopice).

Aceste vopsele au proprietatea ca, la o anumită temperatură, să-și schimbe culoarea în alta complet diferită de cea inițială.

Dacă cu aceste vopsele se acoperă piesele a căror temperatură se măsoară, putem asigura

folosirea justă a acestor piese la temperatura indicată de constructor.

Vopselele indicatoare termoscopice pot fi organice şi anorganice. La vopselele termoscopice anorganice, această proprietate se datoreşte faptului că, la creşterea temperaturii, se produce fie o transformare chimică, fie variaţie fizică reversibilă, în ambele cazuri cu o modificare a absorbţiei din spectrul vizibil, deci o schimbare de culoare.

Vopselele termoscopice organice nu dau în general transformări reversibile. La scăderea temperaturii, ele nu revin la culoarea iniţială.

Faţă de vopselele termoscopice organice, cele anorganice au avantaje considerabile, ceeace face ca ele să cunoască o largă răspîndire. Astfel, la creşterea temperaturii, schimbarea culorii se face atît de distinct încît această schimbare se observă, chiar şi izbitor, de la distanţa de 10... 15 metri, distanţă care variază după mărimea suprafeţei vopsite, după unghiul sub care cade lumina incidentă, după contrastul de culori, etc.

Piesa de cercetat, înainte de a fi pusă în funcţiune, este vopsită cu asemenea culoare termoscopică. Datorită ridicării temperaturii, suprafeţele care ating temperatura de virare îşi schimbă culoarea.

Culorile termoscopice nu se pot folosi la o măsurare precisă a temperaturii. Ele sînt indicate pentru o orientare rapidă a acesteia. Deasemenea, ele nu pot fi folosite în cazul suprafeţelor care se rotesc repede.

4. — Pentru determinări mai precise se folosesc instrumente speciale de măsurat temperatura suprafeţelor, al căror element sensibil se pune în contact direct cu suprafaţa de cercetat.

In cazul suprafeţelor care se mişcă, elementul sensibil al instrumentului nu poate să se rotească odată cu suprafaţa.

Din această cauză se naşte o frecare între instrument şi suprafaţa ceeace face să crească temperatura, instrumentul arătînd o temperatură mai ridicată decît cea reală.

Acest lucru se constată în general la suprafeţele cu conductibilitate termică mică şi cu o rugozitate apreciabilă.

Instrumentele de măsurat temperatura suprafeţelor, bazate pe principiul conducţiei, pot fi : termometre dilatometrice ; termometre cu rezistenţă ; termocuple.

4. 1. *Termometrele dilatometrice* pot fi : de sticlă, cu lichide ; metalice ; manometrice. Singura posibilitate de adaptare a acestor termometre la măsurarea temperaturii suprafeţelor de mişcare este întrebuinţarea unui suport metalic (fig. 1).

Deşi prin acest procedeu se realizează un contact intim între termometru şi suprafaţa de cercetat, iar rezervorul nu este influenţat de temperatura mediului ambiant, totuşi frecarea, care se naşte între suport şi suprafaţa de cercetat face ca rezultatele determinărilor să fie eronate, ceeace face ca aceste termometre să nu fie folosite în mod curent.

4. 2. *Termometre cu rezistenţă.* Principiul acestor termometre constă în variaţia rezistenţei electrice cu temperatura.

Termometrele cu rezistenţă electrică pot fi :

— cu rezistenţa din metal

— cu rezistenţa din semiconductori (termistori).

Rezistenţa electrică la t° C a termometrelor

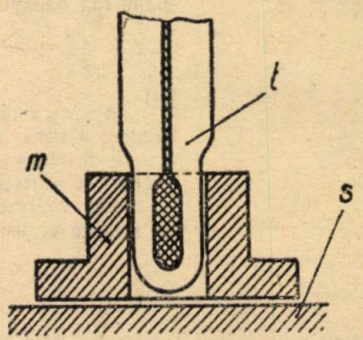


fig. 1

cu rezistenţa din metal, cu o bună aproximaţie, variază liniar cu temperatura după relaţia :

$$R_t = R_0 \, (1 + \alpha t)$$

din care R_t reprezintă rezistenţa la t°C, R_0 rezistenţa la 0°C, iar α coeficientul de dilatare al metalului.

Deşi termometrele cu rezistenţă sunt mai precise decît altele termometre, totuşi ele nu sunt recomandabile la măsurarea temperaturii suprafeţelor în mişcare, din cauză că ele nu permit un contact termic perfect între suprafaţă şi elementul sensibil al termometrului.

Dacă s-ar imagina şi în acest caz un aspect asemănător celui de la termometrele dilatometrice rezultatele ar fi deasemenea eronate din cauza frecărilor. Chiar dacă s-ar putea imagina un sistem ca termometrul să se rotească odată cu suprafaţa de cercetat rezultatele ar fi tot eronate întrucît contactele fine pot avea rezistenţe de contact suplimentare.

In ultima vreme, a căpătat o largă răspîndire termistorii care prezintă unele proprietăţi avantajoase faţă de termometrele cu rezistenţe din metal.

Termistorii sînt nişte rezistenţe confecţionate din semiconductori, la care rezistenţa lor electrică variază cu temperatura, după o lege exponenţială şi care se exprimă prin formula :

$$R = R_0 \, e^{-\beta\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)}$$

în care: R_0 = rezistenţa termistorului la T_0 grade Kelvin

R = rezistenţa termistorului la T grade Kelvin

β = constanta materialului.

e = baza logaritmului neperian.

In fig. 2 sînt reprezentate curbele de variaţie a rezistenţei cu temperatura la termometrele cu

rezistențe din metal, precum și la cele cu semiconductori. Se vede clar că la termistori curba are o pantă mult mai mare decît în cazul termometrului cu rezistența de platină. Aceasta înseamnă că, în cazul termistorilor, se obțin

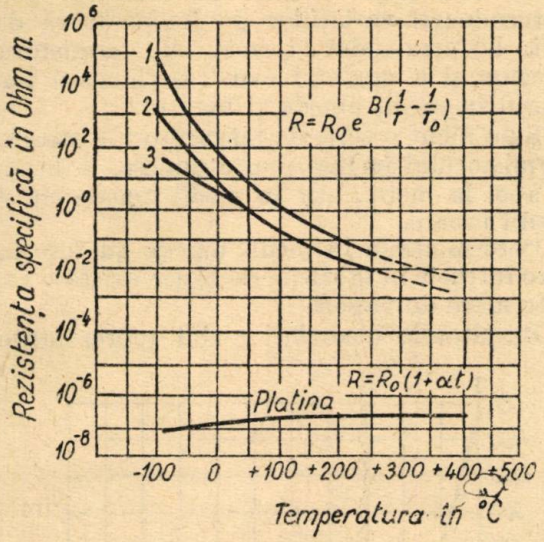


Fig. 2

variații mult mai sensibile ale rezistenții termistorului, decît în cazul termometrului cu rezistența de metal.

Dacă temperatura termistorului crește de la 0° la 300° C, atunci valoarea rezistenței inițiale a termistorului scade de aproximativ 1000 ori; față de aceasta, creșterea rezistenței de platină în același domeniu de temperatură, este puțin mai mare de 100%. Acest lucru duce la concluzia că termistorii sînt foarte adecvați la măsurarea temperaturilor și a variațiilor de temperatură cu o precizie suficientă.

Pe lîngă sensibilitatea ridicată, termistorii au avantajul că mărimea lor nu depășește cîțiva mm^2.

Trebuie semnalat însă desavantajul termistorilor care constă în faptul că prezintă un histerezis termic, ceeace înseamnă că curbele termistorilor nu coincid la revenire.

Termistorii au început să capete în ultimul timp o largă răspîndire, cu tot desavantajul semnalat, deoarece această variație la revenire e de ordinul zecimilor de grad.

4. 3. *Termoelemente*

Termoelementele, instrumente bazate pe variația forței electromotoare cu temperatura, prezintă mari avantaje față de celelalte instrumente.

Avantajul esențial al termoelementelor este că elementul lor sensibil poate fi considerat punctual.

In acest fel, pierderile de căldură prin termoelement sînt reduse, falsificîndu-se mai puțin rezultatele măsurătorilor.

Un alt avantaj al termoelementelor este acela că ele se pot aplica pe suprafețe de diferite forme

Pentru determinarea temperaturii suprafețelor în mișcare, se utilizează mai multe feluri de termoelemente.

Cel mai simplu sistem este cel din fig. 3 a reprezentat prin doi conductori sudați pe o plăcuță care deobicei este o lamă plană.

Acest sistem se folosește în special la determinarea temperaturii suprafețelor metalice, pentrucă la suprafețele rău conducătoare plăcuță poate provoca o răcire locală care falsifică rezultatele.

Pentru a efectua o măsurătoare, plăcuța este așezată pe suprafața de cercetat cu o mică

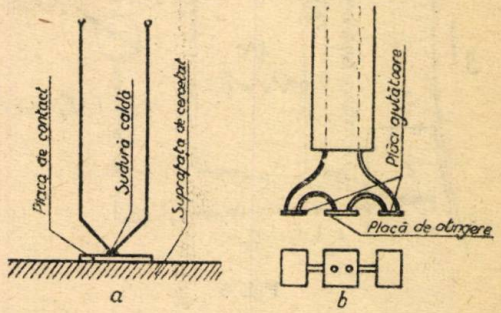


Fig. 3

presiune, avîndu-se grijă să se realizeze un contact bun între plăcuță și suprafața respectivă.

Pentru a înlătura erorile provocate de conductibilitatea termică, se folosesc adesea încă două plăcuțe ajutătoare (fig. 3 b). In acest fel pierderile de căldură sînt mici și deci temperatura plăcuței de contact se apropie mai mult de temperatura reală a suprafeței respective.

Un termocuplu de suprafață mai răspîndit, care se utilizează la măsurarea temperaturii suprafețelor cilindrice ale axelor în rotație, este termocuplul cu bandă (fig. 4).

Termoelementul este format din două benzi din metale diferite sudate cap la cap, astfel

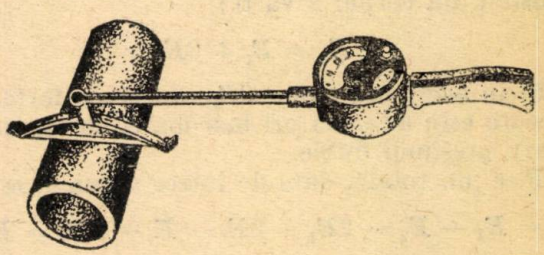


Fig. 4

încît să formeze o bandă continuă la mijlocul căreia se găsește sudura caldă.

Banda este susținută de un suport metalic în formă de arc.

Măsurarea se face aplicînd banda pe suprafața de măsurat. Și în acest caz, rezultatul măsurătorilor va fi eronat datorită frecării care se produce între termocuplu și suprafața de cercetat.

In U.R.S.S. s-a construit un termoelement de contact (fig. 5) cu ajutorul căruia se pot elimina complect erorile datorită frecărilor.

Pe suprafața în mișcare (S) se aplică două corpuri de contact 1 și 2, de mărime egală.

Corpurile prezintă fiecare cîte un braț de lungime diferită și cu raportul între ele de 1 : 2. Astfel, lungimea brațului legat de corpul 1 este

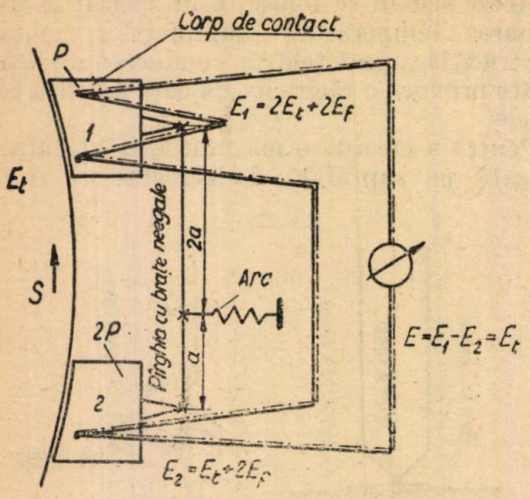


Fig. 5

egală cu 2 a, iar lungimea brațului legat de corpul 2 este egală cu a.

Din cauza inegalității brațelor, presiunile cu care sînt apăsate corpurile vor fi p și respectiv $2p$.

Corpul presat cu presiunea p are două termocuple legate în serie, iar cel presat cu $2p$ are un singur termocuplu.

Termocuplele celor două corpuri sînt legate în sens invers. Dacă notăm cu E_t forța electromotoare creată de temperatura reală a suprafeței și cu E_f forța electromotoare datorită frecării, atunci forțele electromotoare ale elementelor sensibile vor fi :

$$E_1 = 2E_t + 2E_f$$

Forța electromotoare creată de elementul sensibil din corpul 2 va fi :

$$E_2 = E_t + 2E_f$$

Și în acest caz avem $2E_f$, deoarece forța de frecare este de două ori mai mare, corespunzătoare presiunii duble.

F. e .m. totală, dată de întreg sistemul este :

$$E = E_1 - E_2 = 2E_t + 2E_f - E_t - 2E_f = E_t$$

Acest rezultat arată că prin acest sistem de legătură se înlătură complet erorile datorită frecărilor.

Acest aparat dă rezultate foarte bune în practică.

II. DETERMINAREA TEMPERATURII SUPRAFEȚELOR CU AJUTORUL CONVECȚIEI

Pentru determinarea temperaturii cu ajutorul convecției, se folosesc diferite aparate de măsurat temperatura.

Una din cele mai reprezentative aparate, care permite o determinare precisă a temperaturii, este aparatul construit de Institutul de tehnica măsurării și aparate de măsurat din Budapesta.

Elementul sensibil al acestui termometru este un termistor.

Acest termometru a fost imaginat în vederea utilizării lui la măsurarea temperaturii suprafețelor în mișcare, în industria hîrtiei. In acest scop, s-au făcut o serie de cercetări pentru determinarea variațiilor de temperatură datorită histerezis-ului termic al termistorului, precum și a modului cum reacționează termistorul în medii umede și uscate.

S-au făcut o serie de măsurători a rezistenței termistorului în mai multe puncte, la încălzire și apoi la răcire, atît în medii umede cît și în medii uscate.

Determinările în medii umede au fost necesare întrucît în fabricile de hîrtie există o cantitate mare de vapori.

Rezultatele încercărilor sînt reprezentate în

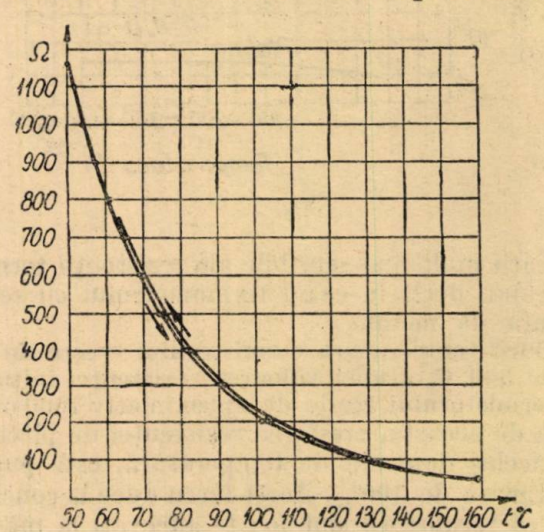


Fig. 6

fig. 6 unde se vede că variația la revenire a termistorului este sub 1°C.

Pentru protecția termistorului față de temperatura mediului înconjurător, precum și fața de curenții de aer, el este introdus într-un clopot reflectant a cărei parte deschisă se găsește spre suprafața de măsurat (fig. 7).

Termistorul (a) este prins de o baghetă izolantă (b), și toată instalația este astfel așezată încît distanța între clopot și suprafața de măsurare să nu fie mai mare decît 0,2...0,5 mm.

S-a constatat că distanța de 0,5...0,6 mm este cea mai potrivită.

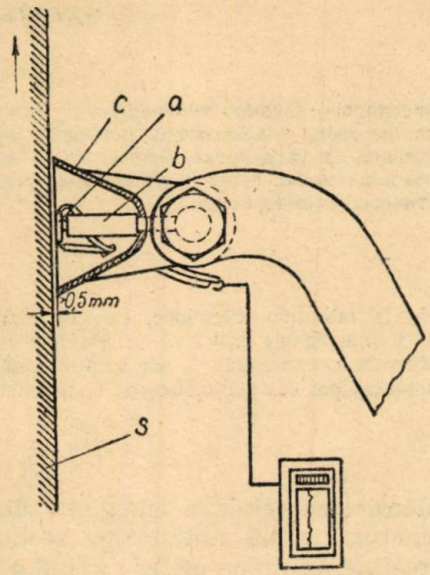
O distanță mai mare între suprafața în mișcare (cilindri) și termistor, crează o diferență de temperatură datorită curenților de aer care răcesc termistorul. Pentru o distanță de 1 mm, scăderea temperaturii este de 6°C față de temperatura arătată la o distanță de 0,3 mm.

Ca aparat indicator se întrebuințează un logometru, iar ca sursă de curent se întrebuințează o baterie uscată de 0,5 V, cu un reostat de de 300 Ω.

Cu acest montaj s-a realizat ca prin termistor să treacă un curent foarte slab. La o rezistență a termistorului de 1000 Ω, trece un curent de

52 μ A, iar la rezistența de 500 Ω un curent de 120 μ A. Deoarece curentul este foarte slab, termistorul nu se încălzește.

Acest termometru este avantajos, deoarece



F.g. 7

poate măsura temperatura cilindrilor fără un contact direct și la temperaturi mai scăzute.

III. DETERMINAREA TEMPERATURII SUPRAFEȚELOR IN MIȘCARE PRIN METODA RADIAȚIEI

Un alt procedeu care permite măsurarea temperaturii suprafețelor în mișcare se bazează pe principiul radiației.

In acest caz se folosesc două metode :

1. determinarea radiației totale termice emise de corp.

2. măsurarea energiei radiante emise de un corp într-un anumit domeniu spectral.

Deoarece în acest articol descriem măsurarea temperaturii corpurilor în mișcare a căror temperatură nu depășește în general valoarea de 70° ... 200°C, vom descrie cîteva aparate utilizate în industrie și laborator.

Unul din aceste aparate, cu care se determină temperatura paletelor de turbină în timpul funcționării, este reprezentat în fig. 8.

Domeniul de măsurare a acestui aparat este foarte larg, între 70...800°C.

Caracteristica acestui aparat este faptul că se pot măsura în general radiații de lungime de undă mare. Aparatul este prevăzut cu o oglindă metalică concavă în a cărei focar se află o termobaterie.

La acest aparat nu poate fi adaptat un sistem de lentile, deoarece materialele transparente pentru raze infraroșii se distrug datorită mediului în care lucrează (de ex. NaCl).

Pentru a menține temperatura constantă în interiorul aparatului, acesta este complet termostatat.

Mari greutăți prezintă construirea oglinzii metalice.

Precizia acestui aparat este de ± 5°C.

Aparatul descris mai jos se bazează pe metoda de zero. In esență, metoda constă în următoarele : cînd două corpuri A și B se află în echilibru termic, atunci energia emisă de corpul A

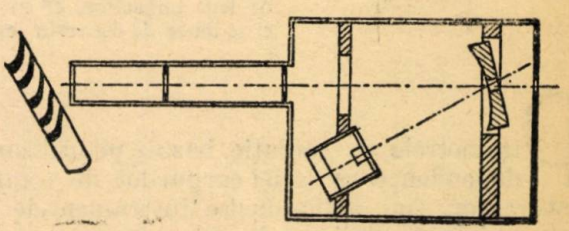


Fig. 8

spre B va fi egală cu energia absorbită de A de la B și invers.

Să considerăm două termobaterii care sînt introduse în două l ca uri A și B sînt astfel aranjate încît unul din aceste lăcașuri și anume A este supus radiației pe care vrem s-o măsurăm Intre A și B se va produce un schimb de căldură și anume A va ceda căldura, iar termoelementul B se va încălzi.

Pentru ca să putem realiza mai repede echilibrul termic, este necesar ca termoelementul B să fie încălzit. Termocuplele fiind montate în opoziție, un galvanometru ne poate indica poziția de echilibru a celor două termoelemente. In acest moment se citește valoarea, în milivolți a termocuplului B și putem afla temperatura corpului.

* * *

Din rezultatele obținute cu aparatele descrise mai sus, se poate vedea că ele sînt adecuate măsurării temperaturii suprafețelor în mișcare.

Avantajul principal constă în faptul că se poate determina temperatura suprafețelor cu o precizie bună, fără contact direct și în domeniu de temperaturi joase.

Metode de măsurare a temperaturilor înalte cu ajutorul pirometrelor cu radiație

J. WEINREB

Вслед за кратким изложением относительно законов теплового излучения, дается обзор различного типа излучительных пирометров, указываются основные принципы их применения дается схематическое описание их устройства. Указывается также связь и способ при помощи которого становится возможным перейти от высоких температур, показываемых этими пирометрами к фактической температуре.

—

Après un bref exposé sur les lois de la radiation thermique, l'auteur examine les différents types de pyromètres à radiation; il indique les principes qui résident à la base de leur utilisation, et en reproduit le schéma de construction. Il est montré aussi le lien et le mode de convertir les températures indiquées par ces pyromètres en température réelle.

Pirometrele cu radiație, bazate pe utilizarea dependenței radiației corpurilor de temperatura lor, sînt actualmente instrumentele cu cea mai largă utilizare la măsurarea temperaturilor înalte (începînd de la $\sim$ 800°C). Ele prezintă o serie de avantaje evidente în comparație cu metodele bazate pe utilizarea unor receptori termici în contact cu corpul. Pirometrele cu radiație execută măsurări fără a face contact cu corpul studiat, astfel încît procesul de măsurare nu deformează cîmpul de temperatură al obiectului supus măsurării. In afară de aceasta, nu există temperaturi limite superioare pentru pirometrele optice; temperaturile de peste 10.000°C a unor surse ce dau spectre continui, se măsoară cu aceleași metode ca și temperaturile de 2000°C, deosebirea apărînd numai în tehnica măsurărilor.

Legile radiației termice

Legile care dirijează radiația luminoasă emisă de un corp incandescent sînt foarte complexe, ele depinzînd și de natura corpului. Dacă în corpul studiat se face o cavitate închisă, avînd numai un mic orificiu prin care comunică cu exteriorul, atunci radiația emisă prin acest orificiu, nu depinde de loc de natura corpului și nici de forma cavității sau de corpurile dispuse în interiorul acestuia, ci numai de frecvența radiației și de temperatură; acesta este sensul legii lui Kirchhoff. O astfel de cavitate se numește corp negru. Aceasta este o expresie puțin fericită, ea arătînd însă că radiația sa este identică cu aceea a unei suprafețe avînd aceeași temperatură și complet neagră, ceea ce înseamnă că absoarbe integral radiația primită.

Relația între energia radiantă și temperatură a fost găsită experimental de Ștefan și apoi dedusă teoretic de Boltzmann. Legea lui Stefan-Boltzmann se poate enunța sub forma următoare: densitatea totală a energiei radiante ω (adică energia totală radiată pe secundă, în toate direcțiile, printr-un orificiu avînd o deschidere de 1 cm^2) a unui co p negru este proporțională cu puterea a patra a temperaturii sale absolute T:

$$\omega = T^4$$

în care, valoarea medie a factorului de proporționalitate σ este de $5{,}73 \cdot 10^{-5}$ erg. cm^2 sec^{-1} grad^{-4}. Această lege stă la baza utilizării pirometrelor cu radiație totală care măsoară energia radiantă emisă de un corp cald.

Energia radiantă a unui corp variază însă cu lungimea de undă. Planck a fost acela care, pe baza unor considerente termodinamice care pot fi găsite în orice carte de specialitate, a găsit relația care leagă intensitatea radiației de lungimea de undă.

$$J_\lambda = 8\pi\, h\, c\, \lambda^{-5} \frac{1}{e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1}$$

unde: $C_2 = \frac{Nhc}{R} = 1{,}478$ cm. grad,

J_λ = energia emisă de unitatea de suprafață sub forma de radiație de lungime de undă λ.
c = $2{,}998 \cdot 10^{10}$ cm. sec.$^{-1}$ — viteza luminii în vid.
N = $6{,}039{,}10^{23}$ — constanta lui Avogadro.
h = $6{,}56.10^{-27}$ erg. sec.— constanta lui Planck.
R = $8{,}314.10^{1}$ erg. grad^{-1} — constanta gazelor perfecte.
e = baza logaritmilor naturali.

Pentru temperaturi sub $T = 4000°$ K și pentru lumina roșie cu $\lambda = 6{,}58.10^{-9}$ mm (care este deobicei uzilizată), avem $e^{\frac{C_2}{\lambda T}} = 230$, ceea ce este mult mai mare decît unitatea. In

acest caz, formula de mai sus se poate scrie sub formă aproximativă :

$$J\lambda = C_1 \lambda^{-5} l^{-\frac{C_2}{\lambda T}}$$

unde, C_1 este o constantă. Această ecuație este deobicei denumită funcția de radiație a lui Wien, întrucît ea a fost găsită de Wien încă înainte ca Planck să fi dedus formula sa teoretică. Aceste legi stau la baza pirometrelor care utilizează o porțiune îngustă a spectrului vizibil (în general extremul roșu).

Pirometrul cu radiație totală

Un pirometru cu radiație totală permite ca radiația emisă de o sursă (1), (vezi fig. 1), să fie trimisă prin intermediul unui dispozitiv

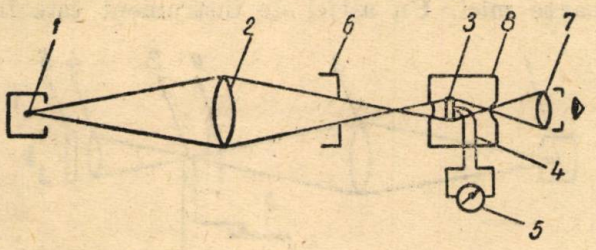


Fig. 1

optic (2), (lentilă sau oglindă), pe un receptor înegrit (3) format în general dintr-un simplu disc negru. Creșterea temperaturii receptorului este măsurată cu un termocuplu sensibil (4) conectat la bornele unui milivoltmetru sensibil (5).Fiecare valoare a f.e.m.dată de milivoltmetru, va corespunde unei anumite temperaturi a sursei. Drept termoreceptor în unele construcții se folosesc, în loc de un termocuplu, fie o termopilă formată din mai multe termocuple legate în serie, fie spirale bimetalice care se îndoaie la încălzire, fie un bolometru etc.

La un pirometru cu radiație totală este important pe de o parte ca imaginea sursei să se proecteze astfel pe receptorul (3) încît să-l acopere în întregime, iar pe de altă parte ca radiația să pătrundă în aparat sub un unghiu solid constant. Pentru ca mărimea unghiului solid să nu se modifice la condiții diferite de vizare a sursei, se pun diafragme (6) între receptorul (3) și obiectivul (2); un dispozitiv ocular (7) permite să se verifice dacă vizarea se face corect.

Dacă dimensiunile sursei sînt destul de mari încît imaginea să acopere nu numai receptorul (3), ci și pereții din jurul său, încălzirea lor va provoca încălzirea suplimentară a termocuplului, denaturînd indicațiile. Deasemenea, dacă pe receptor se formează imaginea nefocală a sursei, aceasta va depăși dimensiunea normală și va provoca variații suplimentare ale f.e.m. a termocuplului. Din această cauză, în afară de posibilitatea aprecierii corectitudinii vizării prin ocularul (7), după cum s-a arătat mai sus, s-au mai luat unele măsuri de protecție cum ar fi micșorarea numărului de piese din jurul receptorului și introducerea unui ecran (8), format dintr-un material bun conducător de căldură, între receptorul (3) și obiectivul (2).

Un alt inconvenient îl constituie denaturările în indicații produse de absorbția parțială, de către unele gaze, cum sînt bioxidul de carbon sau vaporii de apă, a radiației infraroșie emisă de sursă.

Eliminarea acestei surse de erori se poate face efectuînd vizarea într-un tub refractar introdus în cuptor și prin care trece un curent de aer care elimină gazele absorbante care ar putea pătrunde în interiorul său.

Din punctul de vedere al punerii la punct, pirometrele cu radiație totală se împart în pirometre cu punere la punct constantă și variabilă. La instrumentele de primul tip, lentila sau oglinda este fixată într-o poziție care permite ca imagina totală a sursei să cadă pe termoreceptor numai la o anumită distanță între aparat și sursa radiantă; unghiul solid sub care lentila (oglinda) este vizibilă, din orice punct al receptorului termic, rămîne constant.

La instrumentele cu punere la punct variabilă s-a prevăzut posibilitatea schimbării poziției lentilei sau oglinzii; unghiul solid, sub care lentila (oglinda) este vizibilă din orice punct al receptorului termic,variază în funcție de distanța față de sursa radiantă, Aici apare însă un alt inconvenient. Prezența unei lentile (oglinzi), care concentrează imaginea sursei pe receptorul termic mărește sensibilitatea instrumentului prin concentrarea fluxului de energie ce cade pe receptor. Dacă unghiul solid sub care se vede porțiunea de lucru a lentilei (oglinzi) din orice punct al receptorului termic va varia, sensibilitatea și deci și gradarea instrumentului, vor depinde de distanța dintre aparat și sursa radiantă. Acesta este desavantajul unui telescop cu punere la punct variabilă.

In legătură cu pirometrele cu radiație totală, mai trebuie spus următoarele : pentru a obține o deviație suficientă la aparatul indicator, este necesar să se utilizeze un receptor termic cu un diametru destul de mare (1—2 mm), de unde rezultă că și dimensiunea utilă a sursei trebuie să fie destul de mare, fapt care face improprie utilizarea unui astfel de pirometru la determinarea temperaturii surselor de căldură de dimensiuni mici.

Din cele de mai sus rezultă că indicațiile unui pirometru cu radiație totală sînt influențate în primul rînd de :

a) încălzirea telescopului, care poate produce o eroare de $\sim \pm 5°C$,

b) dimensiunile suprafeței radiante și distanța dintre aparat și sursă care pot deasemenea, în bune condiții de măsurare, să ducă la erori de $\sim \pm 10°C$ și

c) erorile provocate de aparatul de măsură care în genere, formează 1% din întinderea scării de măsurat. La acestea se mai adaugă erorile produse de imprecizia determinării mărimii

coeficientului de înnegrire, după cum se va vedea mai jos, erori care pot fi mai mari decît cele menționate, astfel, chiar în condiții bune de lucru, cu aparate de măsură suficient de sensibile, pirometrul cu radiație totală poate da erori de ± 40—50°C.

Cu toate că pirometrele cu radiație totală prezintă o serie de inconveniente care, fie că limitează folosirea lor, fie că micșorează precizia lor, totuși ele și-au găsit o largă utilizare datorită faptului că sînt destul de ieftine și mai ales că permit înregistrarea automată a temperaturii; f.e.m. dată de termocuplu poate fi înregistrată, la distanță, de un milivoltmetru înregistrator, fapt care permite și reglarea automată a temperaturii.

Temperatura de radiație

Temperatura determinată pe baza legii lui Stefan-Boltzmann cu ajutorul pirometrului cu radiație totală este cea reală în cazul cînd sursa de căldură studiată reprezintă un corp absolut negru care este caracterizat, după cum se știe, prin faptul că absoarbe întregul flux radiant incident, (adică are coeficientul de absorbție egal cu unitatea) și că puterea sa emisivă ε_T nu depinde de natura corpului, ci numai de frecvență și temperatură. In mod practic însă, toate corpurile sînt caracterizate prin coeficienți de absorbție mai mici decît unitatea și deci prin puteri de emisie $E_T, < \varepsilon_T$ fapt care face ca indicațiile pirometrului să nu prezinte temperatura reală T a corpului, ci o temperatură diferită, denumită de radiație T_r. Prin temperatura de radiație T_r a unui corp, care nu este negru, se înțelege acea temperatură a unui corp negru la care energia totală iradiată de acesta este egală cu energia totală iradiată de corpul care nu este negru.

Dacă se cunoaște raportul între puterea emisivă totală a corpului de măsurat și puterea emisivă a unui corp negru la aceeaș temperatură $\varepsilon_T = \frac{E_T}{\varepsilon_T}$ atunci trecerea de la temperatura de radiație, la temperatura reală, se poate face ușor cu ajutorul relației $T = T_r \cdot \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_T}}$, care se deduce destul de ușor pornind de la legea lui Stefan-Boltzmann. Intrucît ε_T este totdeauna subunitar, temperatura de radiație a unui corp este întotdeauna mai mică decît temperatura lui reală, Valorile lui ε_T, care cresc deobicei cu temperatura, sînt cunoscute pentru multe materiale de importanță tehnică, variind de la 0,1—0,3 la metale și pînă la 0,8 la oxizii metalici și cărbune.

Corecțiile menționate sînt foarte importante și nu sînt întotdeauna sigure, întrucît puterea emisivă a unui corp este destul de puternic modificată de starea suprafeței sale. De aceea, atunci cînd este posibil, este preferabil să se efectueze o măsurare directă a temperaturii reale prin vizarea cu pirometrul a unui orificiu de dimensiuni mici, practicat în corpul a cărui temperatură se măsoară, dacă acesta este un solid, sau prin vizarea unui tub refractar de lungime mare în raport cu diametrul, tub introdus în corp, dacă acesta este lichid.

Pirometrul cu dispariția filamentului

Printre pirometrele care utilizează o porțiune îngustă a spectrului vizibil, cel mai mult s-a impus pirometrul monocromatic cu dispariția filamentului, datorită simplicității de construcție și funcționare, a posibilității măsurării temperaturilor foarte înalte, precum și a posibilității măsurării temperaturilor la probe de dimensiuni foarte mici. Un astfel de instrument este în

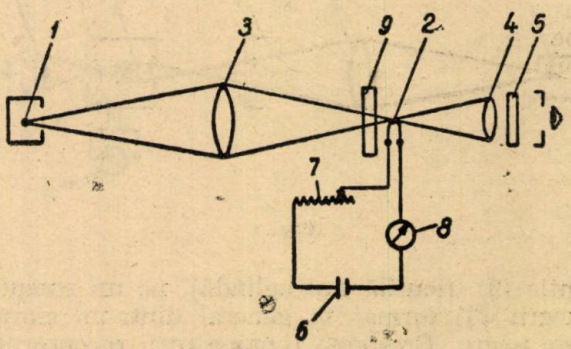
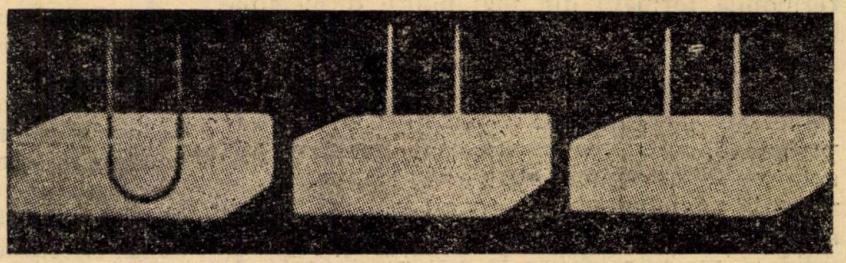


Fig. 2

genere format dintr-un telescop, un aparat indicator și o sursă de alimentare (fig. 2). Principiul de funcționare este următorul : imaginea


a b c
Fig. 3

sursei de radiație (1), a cărei temperatură se măsoară, se formează pe un filament (2) cu ajutorul obiectivului (3). Ochiul omenesc privind prin ocularul (4) vede filamentul lămpii pe fondul imaginii sursei de radiație. O sticlă roșie (5), dispusă în fața ochiului, permite ca aceasta să primească numai lumina de o anumită lungime de undă bine determinată (în general lumina roșie extremă) a radiației sursei (1) și a filamentului (2), alimentat de un acumulator (6). Variind intensitatea curentului în filament cu ajutorul unui reostat (7), se poate obține ca filamentul să dispară pe fondul

luminos al sursei (1), ceeace se va întîmpla atunci cînd, în limitele sensibilității ochiului, strălucirea filamentului va fi egală cu aceea a imaginei sursei de radiație. Valoarea curentului astfel obținută și măsurată cu ampermetrul (8), se gradează direct în grade de temperatură. Modul corect cum trebuie să se obțină dispariția filamentului pe fondul luminos al sursei se poate vedea în fig. 3 b.

Pentru ca instrumentul să fie cît mai portativ, unii constructori montează pe telescop reostatul de reglare și ampermetrul, iar unii pun chiar acumulatorul în cutia instrumentului. Aceasta nu este recomandabil pentru măsurări mai precise deoarece ampermetrul montat pe instrument riscă să nu fie bine echilibrat și să dea indicații care să depindă de poziția pirometrului. In afară de aceasta, ampermetrul ar trebui să fie de dimensiuni foarte mici, ceeace implică și o micșorare a preciziei sale. Micșorarea grosimii filamentului, realizată de unii constructori pentru a micșora intensitatea de curent necesară prezintă deasemenea un inconvenient și anume acela de a da dispariții mult prea puțin satisfăcătoare, ceeace limitează din nou precizia. Filamentele utilizate sînt făcute din fire de wolfram sau tungsten de 0,02—0,03 mm, dispuse în ampule bine vidate, căci ampulele umplute cu gaz prezintă inconvenientul că provoacă o temperatură a filamentului care depinde și de orientarea instrumentului, datorită curenților de convecție. Pe de altă parte, ampulele vidate prezintă invonvenientul că filamentul se pulverizează mult mai repede în vid decît în gaz. In Uniunea Sovietică se construiesc în ultimii ani lămpi umlute cu un amestec de argon și azot în care filamentul de wolfram este ecranat într-un cilindru de tantal, un orificiu în acesta permițînd să se vadă regiunea de mijloc a filamentului; astfel de lămpi au dat rezultate foarte bune.

Păstrarea cît mai constantă a caracteristicilor lămpii prezintă o mare importanță, căci de aceasta, ca și de stabilitatea sistemului electric de măsură, depinde în cea mai mare parte stabilitatea indicațiilor instrumentului. S-a constatat experimental că un filament de wolfram își păstrează mult timp proprietățile sale constante dacă temperatura sa nu depășește 1 500°C. De aceea, pentru a măsura temperaturiimai înalte se introduce o sticlă absorbantă (9) (fsg. 2) în fața filamentului, care reduce intenvitatea imaginii surse (1). Instrumentul va as ea atunci o a doua gradare în temperaturi bcorepunzătoare introducerii acestei sticle absorante.

Există și instrumente la care curentul care trece în filament este constant, dispariția pe fondul imaginii sursei obținîndu-se cu ajutorul unui con fotometric dispus în fața filamentului. La diferite poziții acesta va adsorbi, mai mult sau mai puțin, din radiația emisă de sursă spre filament, fiecărei poziții corespunzîndu-i o anumită temperatură, citită direct pe tamburul care acționează conul.

Modul în care trebuie să se lucreze cu pirometrul optic cu dispariția filamentului este următorul : în primul rînd trebuie observat dacă acul aparatului indicator (8) este la indicația zero a scării. In caz contrar se corectează poziția acestuia cu ajutorul corectorului. Se introduce apoi întreaga rezistență a reostatului de reglare (7) și numai după aceea se trimite curent în filament. Se vizează obiectul a cărui temperatură se măsoară, eventual îndepărtîndu-se sticla absorbantă și chiar filtrul roșu, dacă strălucirea obiectului este mică. Se încălzește apoi treptat filamentul, vizîndu-se în telescop astfel încît partea superioară a filamentului să se proiecteze pe fondul imaginei obiectului, așa cum se vede pe fig. 3. Se deplasează ocularul (4) (fig. 2) — telescopului, de-a lungul axei optice, pînă se obține o bună vizibilitate a filamentului (2) și apoi se face același lucru cu obiectivul (3) telescopului pînă se obține o vizibilitate bună a sursei studiate (1). Deplasînd ochiul puțin în sus sau în jos în fața orificiului ocular al telescopului, căutăm să observăm dacă planul imaginii obiectului corespunde cu planul filamentului. Dacă la această operație imaginea obiectului se deplasează în raport cu filamentul lămpii înseamnă că ambele sînt în planuri diferite, cea ce se poate corecta printr-o nouă focalizare a obiectivului. Se introduce apoi filtrul roșu (5) și, dacă este necesar și sticla neutră absorbantă (9), se verifică dacă nu s-a distrus astfel vizibilitatea bună a filamentului și se trece la efectuarea măsurării propriu zise. Este bine ca înainte de măsurare să ne asigurăm, cu ajutorul unei foi de hîrtie albă pusă în fața instrumentului, că fascicolul acopere bine întreaga suprafață a obiectivului.

Erorile la determinările făcute cu un pirometru cu dispariția filamentului sînt provocate, în special, de imprecizia egalizării vizuale a strălucirilor, de aparatul de măsură electrică și de eroarea dată la temperaturi mai ridicate, de introducerea sticlei absorbante. Aceasta face ca precizia obținută cu un pirometru tehnic, în bune condițiuni de lucru, să fie de $\sim\pm 10°$ la temperatura de 1000°C, de $\sim\pm 18°$ la temperatura de 2000°C și de $\sim\pm 40°$ la temperatura de 3000°C.

In laborator, cu un instrument bine construit și cu un ampermetru foarte bun, se poate atinge o precizie de $\pm$ 2° în apropriere de 1000° și de $\pm$ 3—4° în apropiere de 1600°. Dacă se iau măsuri speciale, cum ar fi măsurarea curentului din filament cu un potențiometru și vizarea filamentului cu un microscop, se poate atinge o precizie de $\pm$ 0.5°.

In afară de avantagiile de mai sus, trebuie adăugat că pirometrul cu dispariția filamentului este ferit de erorile care se produc la pirometrul cu radiație totală datorită prezenței posibile a bioxidului de carbon și a vaporilor de apă. Numai straturi dense de vapori pot perturba măsurările, dar astfel de straturi pot fi observate și cu ochiul liber.

Inconvenientele legate de un astfel de instrument constau în faptul că nu permite înregistrarea automată a temperaturii, necesitînd mereu prezența unui observator, fapt care introduce și o oarecare subiectivitate în măsurători.

Temperatura de strălucire

Temperatura determinată cu ajutorul pirometrului cu dispariția filamentului nu reprezintă temperatura reală decît în cazul cînd sursa de căldură studiată este un corp negru. In practică, însă, unde avem deaface cu corpuri care nu sînt negre, strălucirea unui corp va fi mică decît aceea a unu corp absolut negru aflat la aceiași temperatură, întrucît strălucirea este direct proporțională cu energia radiației de corp la o anumită lungime de undă, iar puterea emisivă $E_{\lambda,T}$ a unui corp care nu este negru este întotdeauna mai mică decît puterea emisivă $\varepsilon_{\lambda,T}$ a unui corp negru, la aceiași lungime de undă. Cu cît diferența între $E_{\lambda,T}$ și $\varepsilon_{\lambda,T}$ este mai mare, cu atît vor diferi mai mult strălucirile ambelor corpuri. Etalonînd un pirometru cu dispariția filamentului cu ajutorul unui corp negru, putem stabili cărei temperaturi a corpului negru îi corespunde o anumită strălucire a sursei. Dacă sursa nu reprezintă un corp absolut negru, atunci temperatura determinată nu va reprezenta temperatura reală a sursei, ci o temperatură mai mică, denumită temperatură de strălucire S_λ. Prin temperatura de strălucire S_λ a unui corp real, la o lungime de undă λ, se înțelege acea temperatură a unui corp absolut negru la care strălucirea corpului real, la temperatura T, ar fi egală cu strălucirea corpului absolut negru la temperatura S_λ. Dacă se cunoaște raportul $\varepsilon_{\lambda,T}$ dintre strălucirea corpului studiat și strălucirea corpului negru la aceiași temperatură atunci, pornind de la legea lui Wien, se poate stabili ușor legătura între temperatură de strălucire S_λ și temperatura reală T.

$$\varepsilon_{\lambda,T} = \frac{C_2}{\lambda}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{S_\lambda}\right)$$

Valoarea lui $\varepsilon_{\lambda,T}$ a fost determinată pentru multe materiale, datele respective găsindu-se în orice carte de specialitate. Și la determinarea temperaturii de strălucire își păstrează valabilitatea observațiile făcute la temperatura de culoare, în legătură cu erorile introduse de corecțiile care sînt necesare de făcut, precum și în legătură cu avantajul pe care-l prezintă determinările de temperaturi reale (cu un orificiu într-un corp solid, sau cu un tub într-unul lichid.).

Pirometrul fotoelectric

Pirometrul fotoelectric, un instrument destul de precis dar mai complicat, suplinește lipsa care apare la folosirea pirometrelor cu dispariția filamentului prin faptul că permite înregistrarea automată și reglarea temperaturei. La acest instrument imaginea sursei este focalizată de un obiectiv pe un fotoelement care va produce un fotocurent proporțional cu fluxul energetic primit, curent care constituie deci o măsură a temperaturii sursei. Un dispozitiv de amplificare a fotocurentului permite ca acesta să dea indicații măsurabile pe un aparat indicator obișnuit, sau pe unul înregistrator.

Există două tipuri de pirometre fotoelectrice a căror construcție diferă principial. La primul tip aparțin pirometrele la care întregul flux luminos emis de sursă este dirijat, cu ajutorul obiectivului, direct pe fotoelement. La al doilea tip aparțin pirometrele la care fluxul luminos, trece în prealabil printr-un filtru de lumină care separă din el o regiune spectrală relativ îngustă.

In fig. 4 este dată schema optică a unui pirometru fotoelectric de al doilea tip. Imaginea sursei vizată (1) este focalizată de un obiectiv

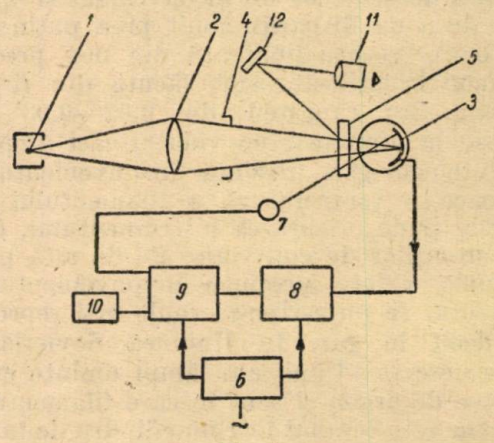


Fig. 4

(2) pe fotoelementul (3). Intre obiectiv și fotoelement se mai introduce o diafragmă (4) care asigură constanța unghiului solid sub care cade fascicolul radiant pe fotoelement, precum și un filtru de lumină (5) care nu lasă să treacă din fascicolul decît radiația dintr-un interval îngust de lungimi de undă. Un circuit electric format dintr-o sursă de alimentare (6) cu lampa (7), care dă o reacție pozitivă a fluxului luminos, un amplificator de tensiune (8) și un amplificator de putere (9), permite amplificarea și înregistrarea fotocurentului la potențiometrul electronic înregistrator (10). Observarea vizuală se face prin ocularul (11) cu ajutorul oglinzii (12).

La fel ca și celelalte pirometre descrise, nici pirometrul fotoelectric nu măsoară temperatura reală a sursei, ci una convențională. Din acest punct de vedere există o deosebire principială între ambele tipuri de pirometre fotoelectrice.

La gradarea unui pirometru fotoelectric care utilizează întregul flux luminos trimis de sursă, s-a stabilit dependența fotocurentului fotoelementului de fluxul de energie radiat de corpul negru la o anumită temperatură. La măsurări

efectuate asupra unui corp care nu este negru, se va putea stabili care este temperatura corpului negru la care fotocurentul dat de acesta va fi egal cu fotocurentul inficat de pirometru. Trecerea de la indicațiile pirometrului la temperatura reală nu este posibilă însă, întrucît în acest scop este necesară cunoașterea coeficientului $\varepsilon_{\lambda,T}$ al sursei radiante, pentru tot intervalul de lungimi de undă la care este sensibil fotoelementul; toate aceste valori nu sînt cunoscute în majoritatea cazurilor, astfel încît trecerea la temperatura reală nu se poate face.

Pentru pirometrele de al doilea tip se pot utiliza coeficienții $\varepsilon_{\lambda,T}$ folosiți la pirometrul optic cu dispariția filamentului; astfel încît trecerea de la indicațiile instrumentului la temperatura reală este posibilă, fapt care contribue la extinderea acestui tip de pirometre.

Precizia pirometrelor fotoelectrice la instrumentele de primul tip este asemănătoare cu aceea a pirometrului cu radiație totală, cu deosebirea că erorile instrumentale în determinarea temperaturii convenționale vor fi ceva mai mici decît la pirometrele cu radiație totală. La instrumentele de al doilea tip precizia este asemănătoare cu aceea a pirometrului cu dispariția filamentului, cu deosebirea că erorile instrumentale vor fi ceva mai mari decît la pirometrele vizuale, datorită construcției lor mai complicate.

Temperatura de culoare și pirometrele de culoare

Măsurările efectuate cu pirometrele descrise mai sus nu dau posibilitatea determinării temperaturii reale a corpurilor, corecțiile care trebuiesc aduse temperaturilor de radiație sau strălucire fiind uneori destul de mari. Determinarea temperaturii unui corp pe baza culorii ce o capătă acesta, permite să se obțină o valoare care se apropie cel mai mult de temperatura reală, corecția ce trebue făcută fiind destul de mică și în orice caz, mult mai precisă decît în cazurile anterioare. Se numește temperatură de culoare T_c temperatura unui corp care nu este negru și care a fost determinată pe baza comparării culorii sale cu aceea a culori unui corp negru. Determinarea acestei temperaturi se face prin diferite metode, cea mai utilizată fiind aceea a determinării raportului $\varepsilon_{\lambda,T}$ între puterea emisivă $E_{\lambda,T}$ a sursei studiate și aceea a corpului negru $\varepsilon_{\lambda,T}$ pentru două lungimi de undă, una în regiunea roșie, iar cealaltă în regiunea albastră a spectrului.

Relația dintre temperatură reală T și temperatura de culoare T_c capătă atunci forma:

$$\frac{1}{T} - \frac{1}{T_c} = \frac{l_n \frac{\varepsilon_{\lambda_1}}{\varepsilon_{\lambda_2}}}{C_2 \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)}$$

Din relația de mai sus reiese că pentru corpurile negre la care $\varepsilon_{\lambda_1} = \varepsilon_{\lambda_2}$, temperatura de culoare coincide cu temperatura reală. La celelalte corpuri temperatura de culoare este mai apropiată de temperatura reală decît oricare din temperaturile convenționale menționate anterior, după cum se poate vedea și din exemplele date în tabela 1.

Tabela 1

Materialul	Temperatura reală T°K	Temperatura de culoare T_c °K	Temperatura de strălucire $S\lambda$ °K	Temperatura de radiație T_r °K
Wolfram	2000	2033	1857	1428
	3000	3094	2673	2286
Molibden	2000	2032	1824	1354
Tantal	2000	2015	1851	1390
Grafit	1800	1800	1780	1520
Fier	1500	1550	1390	900
	1800	1850	1670	

In afară de avantajul că T_c este foarte apropiat de temperatura reală T pentru un mare număr de corpuri, determinarea temperaturii de culoare mai prezintă avantajul că este foarte puțin influențată de mediul absorbant din jurul sursei de căldură.

Practic, măsurarea lui T_c se realizează, fie prin metoda egalizării vizuale a culorilor, fie prin metoda raportului roșu-verde. Prima poate fi realizată cu ajutorul fotometrului. Culoarea sursei a cărei temperatură se măsoară, se compară cu culoarea unei surse etalon, gradată preliminar după un corp negru. Metoda, simplă ca realizare tehnică, prezintă dezavantajul că observația se face vizual, precizia depinzînd deci de capacitatea observatorului de a deosebi culorile. Observarea este îngreunată și de faptul că modificarea culorii sursei este însoțită de modificarea strălucirii sale. Faptul că determinările se fac vizual împiedică utilizarea unui astfel de pirometru la înregistrări automate și reglări de temperatură.

O utilizare mai largă are metoda raportului roșu-verde, care poate fi folosită atît la pirometrele vizuale, cît și la cele fotoelectrice. Schema principală a unui pirometru vizual de culoare este dată în fig. 5. Lumina trimisă de sursa (1), după ce trece prin obiectivul (2), pana bicoloră (3) și pana cenușie (4), cade pe planul diagonal al prismei (5) care se află în focarul ocularului (6). Pe același plan diagonal cade și lumina trimisă de lampa de comparație (7), după ce a trecut printr-un filtru bicolor (8) care transmite același domeniu spectral ca și pana bicoloră (3). Lampa este alimentată de o sursă (9) și un reostat (10) permițînd reglarea curentului prin filament. Pana (3) și filtrul (8) permit să treacă numai culorile roșu și verde ale spectrului, care prin suprapunere pe planul diagonal al prismei dau culori albe gălbui. Culoarea sursei studiate diferă de acea a lămpii etalon în funcție de raportul dintre culorile roșu și verde din radiația sa, raport care, la

rîndul său, depinde de temperatura sursei. Egalarea acestor culori se face prin deplasarea penei bicolore (3), poziția sa dînd temperatura de culoare T_c a sursei studiate. Cu ajutorul

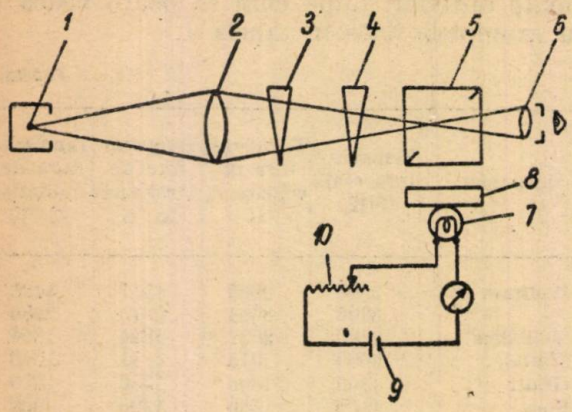


Fig. 5

panei cenușii (4) se pot egala strălucirile sursei vizuale și a celei etalon, obținîndu-se astfel și temperatura de strălucire S_λ. Astfel de pirometre prezintă dezavantajul că rezultatele obținute depind de capacitatea observatorului de a deosebi culorile; se pot obține date care să difere cu 20—30° de la un observator la altul. Rezultate mult mai bune se obțin cu pirometrele de culoare care utilizează fotoelemente cu fotoefect exterior și cu strat de baraj. Există diferite tipuri de astfel de instrumente caracterizate prin faptul că radiațiile sursei studiate și a celei etalon, după ce au trecut prin filtre de lumină corespunzătoare, cad pe două fotoelemente (sau în unele construcții pe un singur fotoelement comun). Fotocurenții provocați sînt amplificați de amplificatori de curent continuu și comparați. Astfel de pirometre sînt mult superioare celorlalte tipuri descrise pînă acum și sînt mereu perfecționate. Un astfel de pirometru fotoelectric de culoare perfecționat este cel bazat pe principiul compensării dinamice Instrumentul lucrează după schema prezentată în fig. 6 (după Sokolov A. A.). Pe fotoelementele F_1 și F_2, alimentate de o baterie comună E), cad radiațiile din două porțiuni diferite ale spectrului, obținute datorită filtrelor de lumină L_1 și L_2 dispuse în fața fotoelementelor. Intensitățile radiațiilor incidente pe fotoelemente vor fi diferite, ceea ce va provoca și căderi de tensiune U_1 și U_2 diferite, pe rezistențele de sarcini R_1 și R_2 ale fotoelementelor. Reostatul R_2 are un cursor cu o perie, poziția sa fiind modificată de către motorul D. Un releu electronic realizează ciclic reperarea stării de compensare și înregistrează această stare în unghiuri de rotație α ale periei, pe aparatul înregistrator I. Unghiul de rotație α, în momentul compensării, va fi proporțional cu raportul diferențelor de potențiale $\frac{U_1}{U_2}$, adică va fi proporțional cu raportul fluxurilor de lumină separate de filtrele L_1 și L_2.

Un pirometru vizual, de construcție mai nouă, este acela în care se combină măsurarea

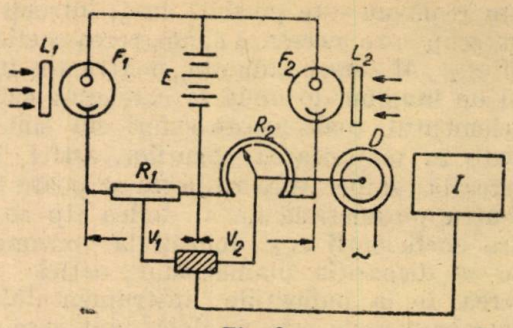


Fig. 6

temperaturii de culoare, pe baza raportului roșu-verde, cu fenomenul luminiscenței. Un filtru de lumină (1) — (vezi fig. 7) — lasă să treacă porțiunea roșie a radiației sursei studiate pe o porțiune a sticlei lăptoase (2). Cealaltă porțiune (3) este iluminată de fosforescența roșie a luminoforului (4), fosforescența fiind

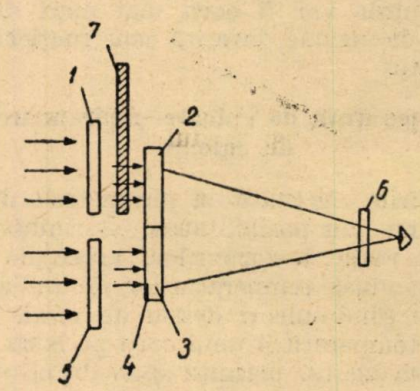


Fig. 7

provocată de porțiunea albastră a radiației sursei care trece în prealabil prin filtrul de lumină (5).

Privind prin filtrul albastru (6) dispus în fața ochiului, se egalează strălucirile culorilor pe cîmpul de comparație de pe sticla lăptoasă (2—3) cu ajutorul penei (7) dispusă între filtrul (1) și sticla lăptoasă (2). Deplasarea penei este legată de scala temperaturilor de culoare. Un astfel de pirometru are o precizie de circa $\pm$ 130° la 2500° K și de $\pm$ 250° la 7000°K.

In general, în stadiul actual, construcția pirometrelor fotoelectrice și vizuale de culoare este încă destul de complicată, astfel încît erorile obținute cu aceste instrumente sînt mai mari de cît cele date de pirometrul cu dispariția filamentului.

Măsurări ale vitezelor de rotaţie

STĂNCIULESCU MIRCEA

Автор статьи рекомендует несколько методов применения оборотомеров, подчеркивая необходимость прпвильного исиользования этих аппаратов для обеспечения точности замера количества оборотов с тем, чтобы увеличить к. п. д. оборудования и тем самым его птодуктивность.

L'auteur recommande quelques méthodes pour l'emploi des compteurs de tours, en insistant sur la nécessite d'un judicieuse utilisation de ces appareils si on veut déterminer avec précision le nombre des tours. Le judicieux emploi des compteurs à tours permet d'acroître le rendement de l'outillage et, par conséquent, sa productivité.

In procesul de producţie, un rol foarte impotant pentru mărirea productivităţii îl au aparatele pent u măsurarea vitezelor de rotaţie la maşini, motoare, agregate etc.

Cunoscîndu-se turaţia agregatelor de prelucrare a materialelor, se poate merge cu aceasta pînă la limita maximă pentru a obţine un produs de calitate, sau, cunoscîndu-se calităţile materialului de prelucrat, se poate alege turaţia maximă de prelucrare în scopul obţinerii unei productivităţi mărite. Pentru aceasta, aparatele care măsoară turaţia trebuie să fie precise, trebuie să fie cunoscută folosirea lor cea mai raţională, precum şi modul lor de întreţinere.

Tot atît de importantă este şi cunoaşterea precisă a turaţiilor la motoarele cu explozie, pentru a se evita un regim de funcţionare îndelungat la turaţia critică. Este ştiut că fiecare motor are o turaţie la care organele componente intră în rezonanţă şi dacă motorul funcţionează mai mult timp la această turaţie, vor apare trepidaţii care vor avea efect distrugător asupra organelor componente.

In articolul de faţă vom face pe scurt o descriere a cîtorva tipuri de tahometre — aparate de măsurare a vitezelor de rotaţie — şi vom indica, pentru cazurile unde se folosesc maşini ce necesită a cunoaştere a turaţiilor, cele mai adecuate tipuri fabricate.

După modul de utilizare, tahometrele pot fi împărţite în :

— tahometre de mînă ;

— tahometre de banc.

Tahometrele de mînă sînt portabile şi sînt folosite acolo unde este necesar să cunoaştem cu aproximaţie domeniul de rotaţie.

Mişcarea de la sursa de rotaţie este preluată prin frecare de axul tahometrului care o transmite sistemului indicator.

Pentru ca preluarea mişcării să se facă în cele mai bune condiţii, în trusele portabile sînt prevăzute mai multe capete de prelucrare pentru a se alege cel mai potrivit sistem, în funcţie de posibilităţile pe care le avem la sursa pe ca e vrem s-o măsurăm. Cele mai folosite capete de prelucrare sînt : cele din figura 1, în formă conică pentru cazurile cînd axul sursei de rotaţie este cherneruit ; cele din fig. 2, în formă de pîlnie, cu interiorul cauciucat, în cazul cînd

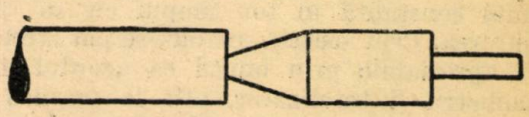


Fig. 1

axul de rotaţie este eşit afară ; sau sistemul din fig. 3, format din 2 rotiţe, dintre care una este prevăzută cu un şanţ, prin interiorul căruia se poate trece un şnur care face funcţia de transmisie între axul sursei de măsurat şi axul tahometrului, iar cealaltă avînd periferic o

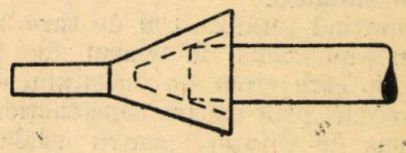


Fig. 2

şaibă de cauciuc cu ajutorul căreia se face legătura între axul tahometrului şi sursa de măsurat, prin frecare.

In cazul cînd se folosesc şaibe de preluare (fig. 3), trebuie ţinut seamă de cele două diametre ale şaibei de la axul tahometrului şi de diametrul axului peste care trecem şnurul care preia mişcarea.

Cu ajutorul formulei de mai jos putem cunoaşte turaţia reală.

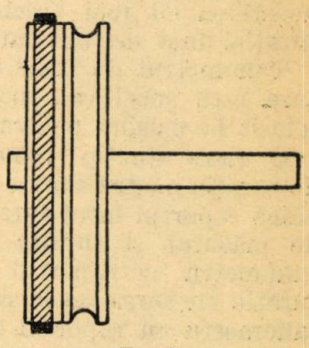


Fig. 3

$N = \frac{N_1 \cdot d}{D}$ în care :

N = turaţia axului supus verificării.
N_1 = turaţia indicată de aparat.
D = diametrul axului supus verificării.
d = diametrul şaibei de prelucrare.

Pentru efectuarea măsurărilor, este necesar să alegem scala de măsurat în limitele căreia să fie cuprinsă turaţia pe care o măsurăm; în cazul cînd nu cunoaştem domeniul de rotaţie al sursei de măsurat, este bine să folosim scala cea mai mare şi treptat să trecem la scala imediat inferioară, pînă ce pe cadran putem citi turaţia sursei de măsurat, aceasta pentru faptul că tahometrele de mînă sînt construite pentru mai multe turaţii cu scale diferite şi folosirea aparatului cu o scală mică, pentru o turaţie preluată mare, înseamnă distrugerea lui.

Tahometrele de mînă fiind construite în general pe principiul maselor centrifugale, nu are importanţă sensul de învîrtire, aceasta putînd fi la stînga sau la dreapta.

In cazul cînd se folosesc numărători de ture (totalizator de ture), cunoaşterea turaţiei se face cu ajutorul unui cronometru a cărui precizie o cunoaştem, raportînd numărul de ture citit la totalizator, la timpul cronometrat. O condiţie necesară este ca turaţia sursei de măsurat să rămînă constantă în tot timpul cît se face măsurarea. Prin această metodă se pot strecura erori apreciabile prin faptul că acordul între cronometru şi totalizator, atît la pornire cît şi la oprire, este aproximativ. Prin repetarea însă a operaţiunilor de citire, executate cu multă atenţie, se poate obţine o precizie satisfăcătoare.

O metodă întrebuinţată la bancurile pentru verificarea tahometrelor este folosirea unor sisteme de cuplare simultană pentru cronometru şi totalizatorul de ture, obţinîndu-se astfel o verificare absolută.

Intrebuinţînd totalizatorul de ture la verificări, vom ţine seamă de sensul de învîrtire al sursei pe care vrem s-o măsurăm, deoarece totalizatoarele, prin natura construcţiei, au un singur sens de rotaţie; pentru celălalt sens, trebue folosit un schimbător.

Unele totalizatoare au acest schimbător de sens montat în interiorul aparatului, rămînînd ca verificatorul să schimbe capul de preluare pe al doilea ax al totalizatorului.

Tahometrele de banc sînt de o construcţie mai variată, urmărindu-se în mod special cunoaşterea cît mai precisă, în orice moment, a turaţiei unei maşini sau agregat în funcţiune.

Tahometrul de banc are o singură scală pe care este specificat mai pronunţat domeniul folosit la maşina pentru care a fost construit.

O mare atenţie trebuie acordată raportului de turaţie pentru care a fost construit aparatul, adică raportul între turaţia primită de la sursa de măsurat şi turaţia citită pe cadran. Un tahometru cu raportul 1/1 va indica aceeaşi turaţie cu sursa de la care preia mişcarea, un tahometru cu raportul 2/1 va indica de două ori turaţia preluată, un tahometru cu raport 1/2 va indica jumătate din turaţia preluată de la sursa de măsurare. In mod obişnuit tahometrele sînt construite pentru diferite raporturi normale şi anume: 4/1, 2/1, 1/1, 1/2, 1 1/2, 1/10, 1/20 etc.,

In scopuri speciale s-au construit tahometre cu raporturi intermediare, urmărindu-se necesitatea producţiei, pentru a dezvolta unele indicaţii precise cerute de un anumit domeniu de măsurat.

De aceea, la montajul unui tahometru, trebuie să se ţină seamă de relaţia dintre viteza de rotaţie a sursei de măsurat şi raportul pentru care a fost construit aparatul.

In acest sens s-au construit reductoare pentru a micşora sau mări viteza de rotaţie primită şi transmisă. Aceste reductoare se pot folosi şi acolo unde sursa de preluare este la un ax intermediar care nu are aceeaşi turaţie cu aceea a axului a cărui turaţie vrem s-o măsurăm.

Legătura între sursa de măsurare şi aparatul indicator se poate face în mai multe feluri şi anume: cu cablu flexibil, cu spiral elastic, printr-un ambreiaj de cauciuc etc., toate avînd ca scop amortizarea eventualelor vibraţii şi şocuri transmise aparatului de către maşină.

Un sistem mai modern şi cu avantaje faţă de tahometrele mecanice, sînt tahometrele electrice, care au început să capete o utilizare mai mare în timpul din urmă în industrie.

Tahometrele electrice sînt mai precise, mai uşoare, pot fi montate la o distanţă mai mare, pot fi înlocuite uşor, şi au o durată de funcţionare mai îndelungată.

Astfel s-au construit tahometre electrice de două feluri:

a) Tahometre electrice cu generator monofazic de curent continuu şi cu aparat indicator, un voltmetru gradat în ture;

b) Tahometre electrice cu generator trifazic şi aparat indicator, un motoraş sincron ce transmite mişcările printr-un cuplaj magnetic şi resort antagonist, legătura făcîndu-se prin 3 fire.

In cazul tahometrelor electrice se va da mare atenţie cuplelor de contact, fiindcă orice rezistenţă electrică ivită în instalaţie înseamnă o indicaţie eronată.

Intreţinerea tahometrelor, indiferent de tipul utilizat, cere o preocupare deosebită. Fiind aparate în permanentă funcţionare cu maşina, neungerea la timp poate duce la indicaţii greşite şi chiar gripaj.

Cunoaşterea precisă a regimului de lucru, deci a turaţiei, este folositoare, deoarece menajează utilajele industriei, asigură un randament ridicat în folosirea agregatului la turaţia limită maximă şi contribue la obţinerea unor produse de bună calitate.

Tensometru pneumatic

A. CERNAT

Дается краткое описание прииципа работы пневматического тенсиометра, после которого автор переходит к анализу различного рода возможных измерительных систематических погрешностей. Статья заканчивается описанием экспериментального образца, сравнительно несложного устройства и высокой чувствительности.

★

Après svoir brièvement exposé le principe de fonctionnement des tensomètres pneumatiques, l'auteur analyse les différentes erreurs systématiques de mesure.

En conclusion, il décrit un prototype d'une construction relativement simple et d'une grande sensibilité.

La atelierul central de Prototipuri al Academiei R.P.R., a fost elaborat proiectul şi a fost executat pentru prima oară în ţara noastră, prototipul aparaturii pneumatice cu manometrul şi regulatorul de presiune hidraulică şi a două tensometre de ataşare, cu lungimea de măsurare de 20 mm*) şi sensibilitatea teoretică maximă $2{,}5.10^{-6}$/mm. Abaterile probabile constatate de fapt prin etalonare sînt între limitele

$$\pm \delta \Delta l = \pm 0{,}04\mu$$

Tensometrul se ataşează la corpul încercat prin vîrfuri şi se fixează printr-o eclisă specială, care permite o orientare în orice direcţie, la măsurare în toate direcţiile. El este destinat pentru măsurarea componentelor tensiunii plane pe suprafaţa micilor modele şi are faze de reglare foarte mici, ceea ce prezintă un avantaj în cazul măsurării pe un material cu un modul de elasticitate mic.

Deoarece metoda pneumatică de măsurare, este o metodă relativ nouă la noi în ţară, voi arăta pe scurt principiul măsurării pneumatice, factorii principali care influenţează măsurarea şi după aceea voi trece la descrierea aparatului.

PRINCIPIUL MĂSURĂRII PNEUMATICE

Metoda pneumatică de măsurare se bazează pe transformarea măsurării unei variaţii de distanţe sau mărimi ale unei mişcări, la măsurarea presiunii aerului. Avantajele metodei sînt simplitatea şi sensibilitatea mare, realizate printr-o mărire puternică.

Schema cea mai simplă care arată baza fizică a metodei este arătată în fig. 1. Prin conducta din stînga se aduce aerul cu o presiune constantă p_1. Prin duza cu diametrul D, aerul trece în camera K. La trecerea prin duză, aerul se laminează şi presiunea lui scade la p_2 Din camera K, aerul se scurge prin orificiul cu diametrul d, în afară, însă scurgerea este laminată prin ventilul disc, cu fanta s în scaunul ventilului. Este clar că presiunea p_2 din camera K depinde de aria de scurgere în scaunul ventilului. Dacă $d \gg D$, iar ventilul este complet deschis, atunci în camera K vom avea practic

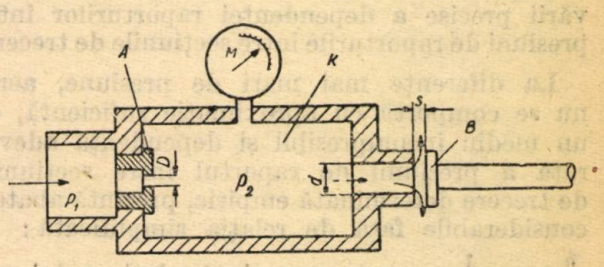


Fig. 1

numai presiunea aerului din atmosferă. Dacă ventilul este complet închis, presiunea din camera K atinge presiunea p_1 dinaintea duzei. La o deschidere treptată a ventilului, presiunea din cameră este funcţie de raportul dintre cele două arii de trecere.

Cursa s a ventilului se reglează prin mişcarea vîrfului pendular al tensometrului. Presiunea dinaintea duzei se menţine constantă printr-un regulator de presiune precis, iar după duză presiunea se măsoară cu ajutorul unui manometru sensibil M. Foarte bune rezultate au fost obţinute prin folosirea unui manometru simplu cu apă şi a unui reductor de presiune cu apă.

În fig. 2 este arătată schema unei astfel de aparaturi. Prin supapa de reducţie S se aduce aerul comprimat în spaţiul dinaintea duzei F. De acest spaţiu este legat un tub vertical A, scufundat într-un vas cu apă. Prin capătul inferior al acestui tub este evacuat surplusul de aer. Deoarece acest capăt este cu 1000 mm sub nivelul apei, înaintea duzei va exista o supra-presiune pneumatică de H mm col. apă, în cazul cînd conducta de aer este suficientă.

În spaţiul de după duza F, presiunea aerului este mai mică şi este funcţie de fanta ventilului

*) Aparatura are un initerval de măsurare de 20 μ

tensometrului. Această presiune (h) se măsoară cu manometrul cu apă B. Tensometrul propriu zis T este legat cu acest manometru printr-un tub de cauciuc C.

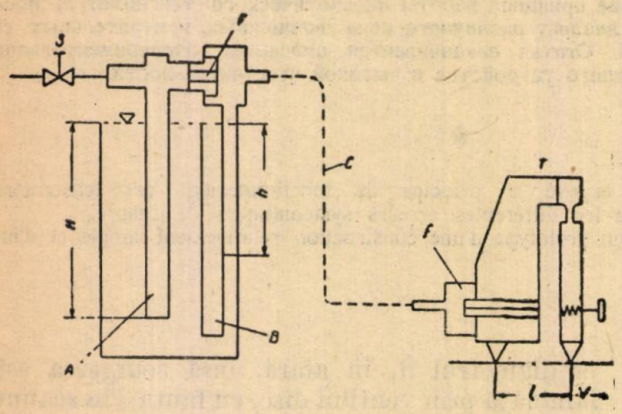


Fig. 2

SCHEMA APARATURII TENSOMETRICE PNEUMATICE

O problemă interesantă este aceea a rezolvării precise a dependenței raporturilor între presiuni de raporturile între secțiunile de trecere.

La diferențe mai mari de presiune, aerul nu se comportă cu aproximație suficientă, ca un mediu incompresibil și dependența adevărată a presiunii de raportul între secțiunile de trecere determinată empiric, prezintă abateri considerabile față de relația simplificată:

$\frac{h}{H} = \frac{1}{1 + \frac{h}{F}}$ care reprezintă relația a doi parametri adimensionali: $y = \frac{h}{H}$ raportul de presiuni și $x = \frac{f}{F}$ raportul secțiunilor

La scurgerea dintr-un orificiu (prin duza sau scaunul ventilului), aerul se dilată și se răcește. Deoarece lungimea orificiului este neînsemnată, cantitatea de căldură transmisă prin peretele orificiului este mică și poate fi neglijată. Scurgerea poate fi deci considerată ca adiabatică.

Dacă înaintea duzei (ventilului) avem presiunea constantă p_1 și după duză presiunea variabilă p_2, atunci viteza de trecere crește la început în funcție de diferența de presiune, pînă cînd valoarea raportului între presiuni devine:

$$\frac{p_2}{p_1} = \left[\frac{2}{x+1}\right]^{\frac{x}{x-1}} = 0{,}528 \text{ unde}$$

$x = \frac{C_p}{C_v}$ = coeficientul lui Poisson.

O diferență mai mare de presiune nu mai are influență asupra scurgerii, care are viteza sunetului. La tensometrele pneumatice este avantajos de a se folosi numai presiuni mici de aer. Presiuni de ordinul 500 — 1000 mm col. apă pot fi măsurate foarte bine și cu o sensibilitate suficientă, cu un simplu manometru U cu apă. În cazul acesta nu se atinge nici pe departe raportul critic între presiuni. La presiuni mai mari ar crește în mod neplăcut presiunea aerului asupra ventilului de măsurare, care încarcă vîrfurile tensometrului. Pentru scopurile măsurilor tensometrice are importanță numai o scurgere subcritică.

La scurgerea subcritică $\frac{p_2}{p_1} < 0{,}528$ pentru viteza de scurgere este valabilă expresia:

(1) $C = \sqrt{\frac{x}{x-1} 2g\, p_1 v_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}$ unde

v_1 este volumul specific. $v_1 = \frac{1}{\gamma_1} = \frac{1}{s.g}$

Între cantitatea de aer Q la suprafața orificiului de scurgere și factorul de scurgere φ avem relația: (2) $Q = f.\varphi.c \cdot \gamma_2 = f.\varphi.C.\frac{1}{v_2}$ unde γ_2 este greutatea specifică a aerului după duză. Pentru scurgerea adiabatică avem:

$p_1 v_1^x = p_2 v_2^x$ și $v_2 = v_1 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{x}}$ care substituit în ecuația (2) dă:

$$Q = f\varphi \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1}{x}} \sqrt{\frac{x}{x-1} 2g \frac{p_1}{V_1}\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}$$

La un curent stabilizat prin două duze așezate una după alta într-o conductă (fig. 3) este valabilă ecuația continuității $Q_1 = Q_2$

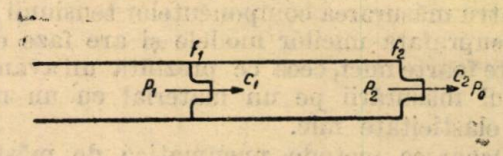


Fig. 3

Trecînd peste o serie de transformări și dezvoltări matematice și ținînd seama de curentul care este izotermic și aplicînd relația

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 = RT = \text{constant}$$

precum și prin introducerea valorilor presiunilor exprimate în mm coloană H_2O atunci

$p_1 = Ha + H$; $p_2 = Ha + h$; $p_0 = Ha$ unde

Ha este presiunea atmosferică, iar H și h sînt definite ca mai înainte (vezi fig. 2). Rezultă ecuația exactă

$$\frac{h}{H} = \frac{1}{1 + \left(\frac{B}{A}\right)^2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{B}{A}\, x\right)^2}$$

În această relație A reprezintă compresibilitatea aerului, iar B raportul factorilor de scurgere.

Ca în orice metodă indirectă şi metoda pneumatică este supusă la o serie întreagă de erori sistematice.

Indicaţia manometrului depinde nu numai de variaţia secţiunii de trecere a ventilului de măsurare, dar şi de o serie întreagă de influenţe independente de mărimea măsurată. Abaterile provocate de aceste influenţe sînt însă, de obicei, foarte mici. Analiza exactă a tuturor surselor de erori sistematice este totuşi întotdeauna necesară, pentru a putea stabili astfel de condiţii pentru aranjamentul de măsurare, ca erorile sistematice să fie neînsemnate.

Asupra indicaţiei manometrului, în afară de mărimea măsurată, mai acţionează: variaţia presiunii iniţiale H, variaţia temperaturii curenut lui de aer, variaţia presiunii barometrice, variaţia greutăţii specifice, efectul capilarităţii în manometru, impurităţile aerului depuse în duze şi neetanşeitatea conductei. Mai există de asemeni influenţa rezistenţei hidraulice la curentul de aer prin conductă între duză şi ventilul de măsurare şi însfîrşit, întîrzierea indicaţiei, cauzată de diametrul conductei. În cele ce urmează se vor analiza cîteva din aceste influenţe pentru a ilustra mai bine cum trebuie îndepărtate aceste erori.

INFLUENŢA VARIAŢIEI PRESIUNII INIŢIALE H

Dacă reductorul de presiune nu menţine riguros presiunea iniţială H se produce la măsurare o eroare considerabilă. Din ecuaţia $\frac{h}{H} = \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{F}\right)^2}$ rezultă (pentru x = constant)

$$dh = \frac{1}{1 + x^2}\, dH\,;\ \frac{dh}{h} = \frac{dh}{H}$$

Deoarece $ds = \frac{1}{2}\, dh$ deci $ds = \frac{1}{z}\,\frac{h}{H}\, dH$

Eroarea maximă este de la Z min. (capătul părţii folosite a scalei gradate şi la h maxim. Eroarea de măsurare δs produsă de abaterea presiunilor iniţiale este δH

$$\delta s = \frac{1}{z_{min}} \cdot \frac{h_{max}}{H}\, \delta H \leqslant \frac{2}{z_{max}} \cdot 0{,}95\ \delta H$$

pentru neuniformitatea de 50% a scalei.

Aproximativ se poate lua $\delta s \leqslant \frac{2}{z_{max}}\ \delta H$ deci eroarea maximă este dublul eroarei în punctul de inflexiune (care este eroarea minimă), fiind egală cu $\delta s_{min.} = \frac{\delta H}{z_{max}}$

Deoarece această eroare ar putea provoca diferenţe considerabile în măsurare, în cazul unei variaţii mai mari a lui H, este necesar ca presiunea să fie menţinută riguros constantă, sau să se folosească aparaturi de compensare, care nu sînt sensibile la variaţia presiunii de intrare. Reductorul de presiune hidraulic corespunde foarte bine pentru conectarea directă în intervalul de presiune 500.....1500 mm col. apă. Trebuie însă îngrijit pentru o reglare corectă a surplusului de aer. În cazul unui surplus de aer prea mare, se produce o oscilare a presiunii din cauza scăpării neregulate a surplusului de aer, în timp ce la un surplus de aer prea mic, nu s-ar mai atinge presiunea H în cazul unei scăderi a cantităţii de aer. Reductoarele de presiune mecanice pot fi folosite la presiuni mai mari de măsurare, unde reductorul cu apă ar deveni prea voluminos, însă precizia acestora este mai mică. Ele sînt indicate pentru instalaţiile de compensare.

INFLUENŢA TEMPERATURII

Influenţa temperaturii asupra părţilor mecanice ale tensometrelor de acest gen este aceeaşi ca la toate celelalte tensometre. Influenţa temperaturii asupra greutăţii specifice a aerului nu are nici o importanţă, de sigur, în măsura în care temperatura aerului care trece prin duză şi conducte, este egală cu temperatura atmosferei (constantă în timpul încercării). Dacă la scurgerea aerului prin conducte se produce o transmitere a căldurii, se ivesc erori în măsurare care însă nu pot fi nici calculate nici excluse. Este deci important ca aerul folosit să aibă temperatura încăperii.

INFLUENŢA PRESIUNII BAROMETRICE

Influenţa presiunii barometrice poate fi analizată cu ajutorul ecuaţiilor folosite la derivarea relaţiei precise între raportul ariilor şi presiunilor, luînd în considerare compresibilitatea aerului. În limitele variaţiei curente a presiunii barometrice, această influenţă este în totul neglijabilă.

INFLUENŢA GREUTĂŢII SPECIFICE A LICHIDULUI

Dacă se foloseşte un manometru hidraulic cu o soluţie de alcool, separat de umplutura reductorului cu apă, atunci o schimbare a greutăţii specifice a umpluturii manometrului ar putea fi o sursă de erori sistematice de măsurare, în urma evaporării. În cursul umpluturii comune a manometrului şi reductorului, acest defect nu există.

INFLUENŢA ELEVAŢIEI CAPILARE

Elevaţia capilară în tubul manometrului hidraulic înseamnă teoretic numai deplasarea întregii scări gradate. În scopul unei citiri precise diametrul tubului trebuie să fie suficient, cel puţin de 6 pînă la 8 mm. Este foarte avantajos

de a folosi soluții sau lichide cu o tensiune superficială mică (alcool). In urma capacității de umezire inegale a pereților tubului impurificat (unsoare) se poate ajunge, în special cînd este folosită apa, la iregularități și la o istereză mică a indicațiilor. Aceasta se înlătură printr-o spălare minuțioasă a manometrului.

INFLUENȚA MODIFICARII SECȚIUNILOR DE TRECERE A DUZELOR ȘI VENTILELOR DATORITĂ IMPURITĂȚILOR

Influența impurităților care ar pătrunde odată cu aerul este foarte mare, deoarece acestea nu numai că micșorează secțiunea de trecere, dar perturbă scurgerea și modifică mărimea factorului de scurgere. De aceea este necesar ca aerul să fie filtrat înaintea reductorului de presiune, pentru a se elimina nu numai impurătițile mecanice (praf) ci și uleiul care are o influență asemănătoare. Din acest motiv este necesar de a verifica tensometrele pneumatice mai des decît alte tensometre. La etalonare trebuie folosite aceleași conducte (tuburi) care sînt întrebuințate la aparat.

INFLUENȚA LUNGIMII CONDUCTELOR.

Influența lugimii conductelor (a lungimii tuburilor de cauciuc) asupra măsurării, este în cazul tensometrului pneumatic destul de mare, deoarece, de multe ori, este avantajos ca măsurarea să poată fi efectuată la o distanță de mai mulți metri, chiar la 10—20 m, în cazul construcțiilor mari.

La folosirea metodei pneumatice în industria metalurgică, pentru măsurarea precisă a dimensiunilor pieselor, această influență este neglijabilă, deoarece în mod obișnuit se folosesc tuburi foarte scurte.

Lungimea conductei are două consecințe :

a. Rezistența hidraulică la trecerea aerului prin tuburi schimbă indicația și raportul de transmisie al aparatului, ceea ce dacă ar fi neglijată — ar produce erori.

b. Volumul conductei are ca urmare, că după schimbarea mărimii măsurate trece un timp mai lung, pînă ce se produce starea de echilibru a curentului stabilit. Stabilizarea indicației pe manometru este deci lentă.

CALCULUL ȘI CONSTRUCȚIA APARATULUI

Ca valori inițiale s-au luat :

Lungimea de măsurare a tensometrului $l = 20$ mm;, intervalul de măsurare 20μ, deci $\Delta\varepsilon = 1^0/_{00}$; eroarea relativă de măsurare admisibilă 0,25% din intervalul de măsurat adică $\frac{1}{20}$ microni. Intervalul de măsurare și precizie cerută este satisfăcătoare pentru oțel, dural, lemn, celuloid, plexiglas și amestec de ipsos, care sînt folosite pentru executarea modelelor.

Intervalul de măsurare și sensibilitatea pot fi variate între limite destul de mari, prin schimbarea diametrului duzei de intrare. Precizia relativă, așa cum am arătat la calculul exact, depinde în primul rînd de presiunea inițială care calculată are valoarea $H = 1010$ mm. Diametrul corespunzător al duzei, constatat pe baza experimentală, este de 0,4 — 0,8 mm. Duzele mai mici se înfundă ușor din cauza impurităților. Duzele mai mari au un consum mare de aer producîndu-se o viteză mare în conducte și peirderi de presiune, ceea ce prezintă un dezavantaj. S-a ales un diametru de 0,6 pentru a se putea varia intervalul și sensibilitatea prin schimbarea duzei în ambele sensuri Viteza de trecere în conducte, pentru $H = 1000$ mm. col. apă și Φ duzei de 0,6 mm este de 2,4 l/min.

Curentul este laminar, iar pierderea de presiune nu depășește 0,342 cm/metru conductă, valoare care pentru măsurări sub 10 mm este acceptabilă. Caracteristicile principale finale ale aparatului sînt deci : lungimea de măsurare a tensometrului $l_0 = 20$ mm
Intervalul de măsurare $\Delta l = 20\mu$
Intervalul deformației relative $= 1^0/_{00}$
Amplificarea maximă a măsurării ventilului propriu zis Z max $= 61.500$
Raportul de transmisie a brațului pendular : 2/3.
Amplificarea maximă a măsurării între vîrfurile tensometrului Z max = 41.000

DESCRIEREA APARATULUI

a) Tensometrul propriu zis este format dintr-un corp rigid, cu înălțimea de 60 mm. Corpul suportă vîrful fix, are un orificiu filetat pentru ventil și este prevăzut cu o traversă pentru fixarea tensometrului. Brațul pendular al tensometrului, are o construcție rigidă și ușoară și suportă vîrful pendular al tensometrulu și un șurub de reglare.

Robinetul este organul de măsurare propriu zis și se compune din cinci părți : ventilul propriu zis cu tija, scaun, bucșă, niplu și arc. Rodării ventilului și scaunului i s-a dat o atenție deosebită, deoarece de finețea contactului depinde variația de presiune. Vîrfurile introduse în corpul și brațul pendular sînt din oțel călit.

În fig. 4 se poate observa acest aparat, într-o fotografie de ansamblu.

Tensometrul se fixează cu ajutorul unui suport special care asigură o apăsare regulată a ambelor vîrfuri și permite o orientare liberă a tensometrului la măsurare în rozete.

b. Manometrul și regulatorul de presiune hidraulic.

Aparatul are două funcții : menținerea presiunii constante $H = 1000$ mm și măsurarea presiunilor după două duze (h). El este adaptat pentru măsurare simultană în două tensometre.

Aparatul a fost executat în întregime din oțel carbon de construcție. Ca protecție contra

eroziunii, toate piesele sînt zincate şi protejate cu vopsea.

Baza aparatului este un vas cilindric subţire, prevăzut cu un capac şi un picior. Prin capac trece un tub care ajunge la 1000 mm sub nivelul lichidului din vas.

Aerul comprimat se aduce printr-un niplu, se laminează cu ventilul ac şi intră în cavitatea

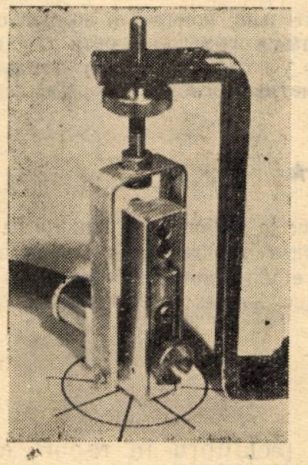


Fig. 4

piesei numită capul aparatului. În această cavitate, presiunea este egală cu 1000 mm col, apă, deoarece surplusul de aer poate ieşi liber pe capătul interior al tubului înfundat în lichid. Printr-un alt tub se introduce aerul, cu o presiune constantă în cavitatea dinaintea duzelor înfiletate într-un alt corp. La trecerea prin duze, aerul este laminat, intră în spaţiul aflat deasupra nivelului într-un tub manometric, al cărui capăt inferior este conectat cu spaţiul reductorului de presiune şi de acolo printr-un niplu şi un furtun merge la tensometru.

Pe cilindru este fixată cu şuruburi scara gradată a ambelor manometre.

Aparatul poate fi umplut cu apă sau alcool. Diametrul tuburilor de sticlă ale manometrelor este suficient de mare, pentru a nu se produce erori datorită efectului capilarităţii, cînd tubul nu este absolut curat. Totuşi este preferabil să se folosească alcool pentru măsurările mai precise. La schimbarea umpluturii, constanta aparatului se schimbă puţin. El trebuie totuşi etalonat din nou. La folosirea alcoolului, aparatul trebuie umplut cu alcool 94% denaturat cu benzină (greutate specifică constantă).

Pentru a ilustra mai bine avantajul acestui prototip de tensometru pneumatic, realizat pentru prima oară la noi în ţară, ţin să arăt că spre deosebire de tensometerele obişnuite mecanice de tip Huggenberger, la care multiplicarea măsurării deformaţiilor liniare este de

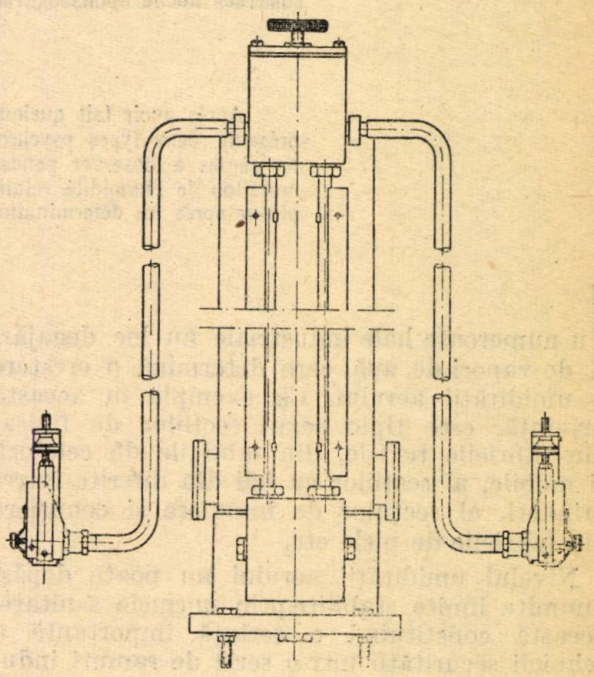


Fig. 5. Tensometru pneumatic (vedere de ansamblu)

ordinul 2000 — 10000 de ori, tensometrul pneumatic multiplică de 41.000 de ori, cu o aparatură relativ simplă.

Colectivul de muncă al Atelierului Central de Prototipuri al Academiei R.P.R. este mîndru de această realizare care ajută cercetării ştiinţifice din ţara noastră.

Măsurarea umidităţii în halele industriale cu psihrometrul

Ing. VICTOR VOICU

Отмечая некоторые положения относительно понятия о воздушной влажности автор описывает два наиболее распространенных в промышленности типа психрометров. Затем даются правила применения пирометров указанных типов. указания по определению относительной влажности воздуха, расчетные основы, которыми надлежить пользоваться после производства замеров.

★

Après avoir fait quelques considérations sur la notion de l'humidite de l'air, l'auteur présente deux types psychromètres, plus souvent rencontrés dans l'industrie. On formule les règles à observer pendant leur utilisation, et on donne des indications sur la détermination de l'humidité relative de l'air, ainsi que sur les bases de calcul qu'on doit employer après les déterminations.

In numeroase hale industriale au loc degajări de vapori de apă, care determină o creştere a umidităţii aerului. Ca exemple în această privinţă, este tipic cazul secţiilor de finisaj din fabricile textile, din fabricile de celuloză şi mobile, al secţiilor cu băi din diferite întreprinderi, al secţiilor de înmuiere şi cenuşiere din fabricile de piele etc.

Nivelul umidităţii aerului nu poate depăşi anumite limite stabilite prin normele sanitare, această constituind o cerinţă importantă a tehnicii securităţii într-o serie de ramuri industriale, în vederea asigurării unor condiţii normale de lucru.

Tocmai de aceea, măsurarea umidităţii aerului prezintă o mare însemnătate, în vederea constatării eventualelor depăşiri a umidităţii peste nivelul admis şi luării măsurilor pentru eliminarea lor.

Inainte de a prezenta aparatele pentru măsurarea umidităţii aerului — psihrometrele — socotim necesar să expunem unele consideraţiuni în legătură cu însăşi noţiunea de umiditate a aerului.

După cum se ştie, aerul este amestecul de gaze care formează atmosfera.

In compoziţia aerului intră o serie de gaze permanente, în concentraţii constante, la care se adaogă, în cantităţi variate, gaze, vapori, pulberi şi microo ganisme, provenind din fenomenele fizico-chimice şi biologice care au loc la suprafaţa pământului.

Aerul poate conţine apă într-una sau mai multe faze : gazoasă (vapori), lichidă (picături) şi solidă (în stare cristalină sau amorfă).

Aerul care conţine vapori de apă se numeşte aer umed.

Saturaţia reprezintă starea aerului umed, în care faza gazoasă este în echilibru stabil, fie cu faza lichidă (echilibru în raport cu apa), fie cu faza solidă (echilibru în raport cu ghiaţa).

Aerul poate fi :

— Saturat, cînd condiţiile saturării sînt realizate.

— nesaturat, cînd conţine o cantitate de vapori inferioară celei necesare saturării.

— supra saturat cînd conţine o cantitate de vapori superioară celei necesare saturării.

In baza acestor noţiuni putem defini umiditatea absolută şi relativă.

Umiditatea absolută a aerului se numeşte cantitatea de vapori de apă ce se află într-un metru cub de amestec de aer şi vapori de apă adică greutatea vaporilor de apă conţinuţi în amestec.

Umiditatea relativă a aerului se numeşte raportul dintre presiunea parţială a vaporilor de apă $P\varphi$ ce se găsesc în aer şi presiunea parţială a vaporilor de apă p_s care saturează aerul la aceeaşi temperatură.

In tehnică se obişnuieşte a se exprima gradul de umezire al aerului prin umiditatea relativă a acestuia.

Aparatele cu ajutorul cărora se poate determina această umiditate relativă sînt psihrometrele. Psihrometrele sînt de mai multe tipuri. In articolul de faţă se vor descrie două din ele, care sînt mai folosite în tehnică şi anume : psihrometrul rotativ (fig. 1) şi psihrometrul cu ventilator (fig. 2).

Psihrometrul rotativ constă din două termometre fixate într-un cadru (de lemn) înzestrat cu un mîner. Mînerul serveşte la punerea aparatului în mişcare. Rezervorul unuia din termometre este învelit cu un tifon care în timpul determinării este menţinut în stare umedă. Acest termometru indică temperatura umedă, iar celălalt indică temperatura uscată.

Inainte de a începe măsurările, se udă cu apă distilată tifonul termometrului (cu o pipetă), apoi se învîrteşte aparatul.

Psihrometrul rotativ trebuie învîrtit în aşa fel ca viteza de deplasare a rezervoarelor termo-

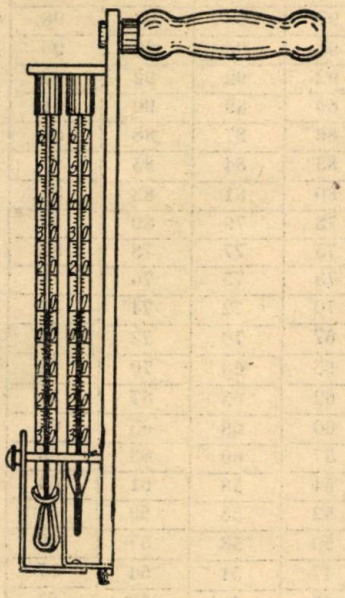


Fig. 1

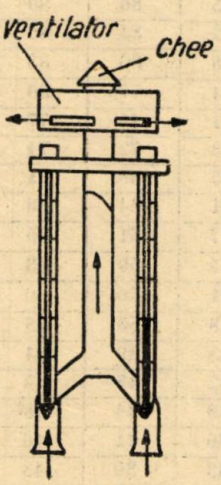


Fig. 2

metrelor în aer să fie de 2,5—3 m/sec, ceeace ar corespunde unui număr de 100-150 ture/min.

După o învîrtire de 1-2 minute, se face rapid citirea indicaţiilor ambelor termometre. Este necesar ca citirea indicaţiilor să se facă cît mai repede, deoarece de aceasta depinde precizia rezultatelor ce se obţin. De aceea se observă în primul rînd zecimile de grad şi apoi gradele întregi.

Măsurările se repetă de 3-4 ori şi se face media rezultatelor.

Psihrometrul cu ventilator. Acest aparat are termometrele montate într-o armătură de metal (fig. 2). La partea superioară a aparatului este aşezat un mic ventilator, care se pune în funcţiune cu ajutorul unui resort. Ventilatorul serveşte la aspirarea aerului prin ţevile în care sînt aşezate rezervoarele termometrelor. In figură săgeţile arată mersul aerului.

Termometrele acestui aparat sînt similare cu cele ale psihrometrului rotativ, unul din ele avînd rezervorul acoperit cu un tifon umed.

* * *

Pentru a se obţine rezultate precise în timpul măsurărilor, trebuie să se respecte o serie de reguli generale şi anume :

a) Determinările să fie repetate în cîteva puncte ale încăperii.

b) Termometrele psihrometrelor nu trebuie atinse cu mîna în timpul măsurărilor: de asemenea ele nu trebuie aşezate lîngă corpuri care radiază căldură.

c) Persoana care face măsurătoarea nu trebuie să se aplece prea aproape de instrumente (să nu respire pe ele).

d) Psihrometrele cu ventilator, în timpul măsurărilor, trebuie ţinute numai în poziţie verticală, cu ajutorul unui cîrlig de care se prinde aparatul.

Modul de determinare a umidităţii relative a aerului cu ajutorul psihrometrului.

Modul în care se determină umiditatea relativă a aerului este similar la ambele psihrometre descrise mai sus.

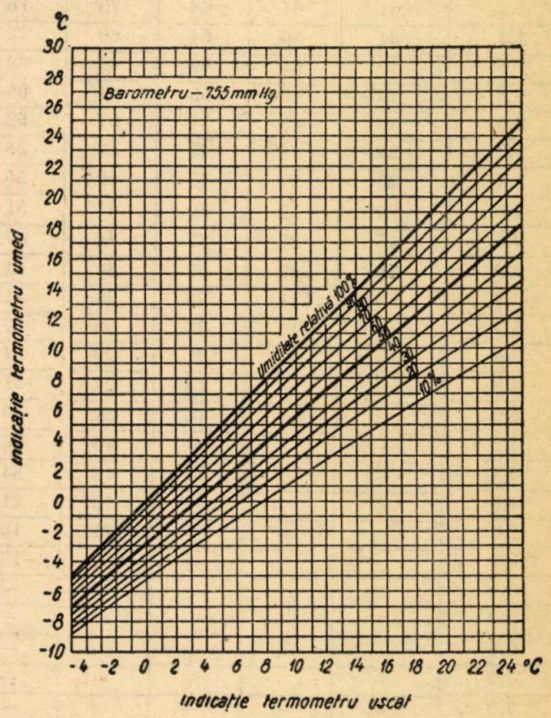


Fig. 3

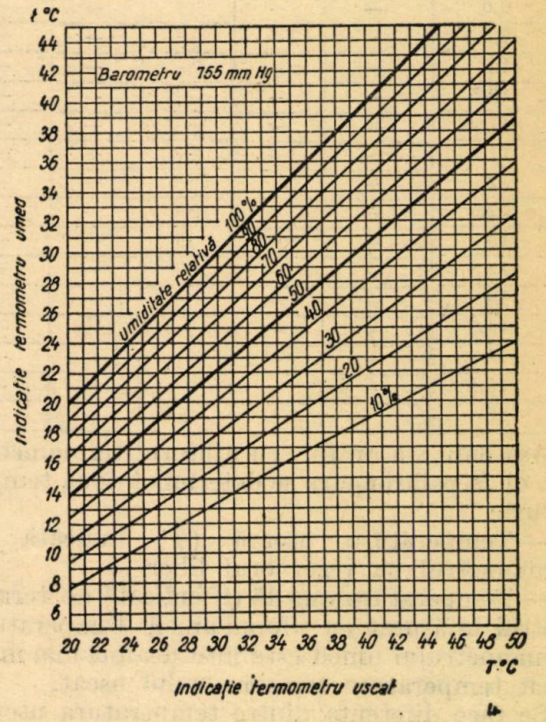


Fig. 4

Tabela psihrometrică pentru aerul care se mişcă

Diferenţă de temperatură	TEMPERATURA TER											
	−10	−8	−6	−4	−2	0	+2	+4	+6	+8	+10	+12
0	95	96	97	98	98	98	100	100	100	100	100	100
0,2	90	91	93	94	96	96	97	97	97	98	98	98
0,4	84	85	87	90	92	92	94	94	95	95	95	96
0,6	79	80	82	85	88	89	91	92	92	92	92	93
0,8	73	75	77	81	84	85	86	89	89	89	90	91
1,0	67	70	73	77	80	82	84	85	86	87	88	89
1,2	61	64	68	73	76	78	80	83	83	84	85	87
1,4	54	59	64	69	72	74	77	80	80	81	83	85
1,6	48	54	59	65	69	71	75	77	78	79	80	82
1,8	43	49	55	61	65	68	72	74	75	77	78	80
2,0	38	45	51	57	62	65	68	71	73	75	76	78
2,2	32	41	47	53	58	61	64	68	70	72	74	76
2,4	26	37	43	49	55	57	61	65	67	70	72	74
2,6	20	32	39	45	51	54	59	63	65	68	70	72
2,8	15	27	35	41	47	51	56	60	62	65	67	70
3,0	10	22	32	38	44	48	53	58	60	63	65	68
3,2	—	18	28	34	41	45	49	54	57	60	63	66
3,4	—	14	24	30	37	42	47	52	54	58	61	64
3,6	—	—	21	27	34	39	44	48	52	55	59	62
3,8	—	—	18	24	31	36	41	46	50	53	57	60
4,0	—	—	15	22	29	33	39	43	47	51	54	57
4,2	—	—	—	19	26	30	36	41	45	48	52	55
4,4	—	—	—	16	24	27	33	39	42	46	50	53
4,6	—	—	—	13	21	25	31	36	40	44	48	51
4,8	—	—	—	11	19	22	28	33	38	42	46	50
5,0	—	—	—	9	17	20	25	31	36	40	44	48
5,5	—	—	—	—	—	13	18	25	30	35	39	43
6,0	—	—	—	—	—	—	12	18	25	30	34	38
6,5	—	—	—	—	—	—	—	12	20	25	29	34
7,0	—	—	—	—	—	—	—	7	14	20	24	29
7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	9	15	20	24
8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	4	10	15	20
8,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	15
9,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11
9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Aşa cum s-a arătat, cu ajutorul termometrelor, de la psihrometre se determină două temperaturi :

— Temperatura uscată (T) indicată de termometrul cu rezervorul liber şi

— Temperatura umedă (t) indicată de termometrul înfăşurat cu tifonul umed. Temperatura termometrului umed este întotdeauna mai mică decît temperatura termometrului uscat.

Se face diferenţa dintre temperatura uscată şi cea umedă ($T - t$)

Pentru aflarea umidităţii relative se folosesc tabele psihrometrice sau grafice.

In tabelele psihrometrice se dă direct valoarea umidităţii relative a aerului în funcţie de diferenţa de temperaturi $T—t$ şi de temperatura T (termometrul uscat).

Ca exemplu să presupunem că rezultatele unei măsurări făcute cu psihrometrul sînt următoarele :

— temperatura la termometrul uscat $T = 30°$

— temperatura la termometrul umed $t = 20°C$.

cu o viteză de 2,5 m/sec şi mai mare

MOMETRULUI USCAT														
+14	+16	+18	+20	+22	+24	+26	+28	+30	+32	+34	+36	+38	×40	
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
98	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	0,2
96	97	797	97	97	97	97	97	97	97	97	97	98	98	0,4
94	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	96	0,6
92	93	93	93	93	94	94	94	94	94	94	94	95	95	0,8
90	91	91	91	91	92	92	93	93	93	93	93	94	94	1
88	89	89	90	90	90	91	91	91	91	92	92	93	93	1,2
86	87	87	88	88	89	89	89	89	89	90	90	92	92	1,4
84	85	85	86	86	87	87	87	88	88	89	89	91	91	1,6
82	83	83	84	85	85	85	86	87	87	88	88	89	89	1,8
80	81	81	82	83	84	84	85	86	87	87	86	88	88	2
78	79	80	81	81	82	82	83	84	85	86	86	87	87	2,2
76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85	85	85	2,4
74	76	77	78	79	80	80	81	82	82	84	84	84	84	2,6
72	74	75	76	77	78	78	79	80	81	82	82	83	83	2,8
70	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	82	3
68	70	71	72	74	74	75	76	77	78	79	80	80	81	3,2
66	68	70	70	72	73	74	75	76	77	79	79	80	80	3,4
64	66	68	69	71	71	72	73	75	76	78	78	78	78	3,6
62	64	66	68	69	70	71	72	74	75	76	77	77	77	3,8
60	62	64	66	68	69	70	71	72	74	75	75	76	77	4
58	60	62	64	66	68	69	70	71	73	74	74	75	76	4,2
56	58	60	62	65	66	67	68	69	71	73	73	74	75	4,4
54	57	59	60	63	65	66	67	68	70	71	71	72	73	4,6
53	55	58	60	62	63	65	66	67	69	70	70	71	72	4,8
51	54	56	58	60	62	64¦	65	66	68	69	69	70	71	5
47	50	52	54	57	59	61	62	63	65	66	67	68	68	5,5
42	46	48	51	54	56	58	59	61	62	63	64	65	66	6
38	42	44	47	50	52	54	56	58	60	61	62	63	64	6,5
34	38	41	44	46	49	51	53	55	57	58	59	60	61	7
29	34	38	40	43	46	48	50	52	54	55	56	57	59	7,5
25	30	34	36	40	43	45	47	50	52	53	54	55	56	8
21	26	30	33	37	40	42	45	47	49	50	51	52	53	8,5
18	23	37	30	34	37	40	42	44	46	48	49	50	51	9
14	20	23	27	31	34	37	40	42	44	46	47	48	49	9,5
10	16	20	24	28	31	34	37	40	42	44	45	46	47	10
—	12	16	20	25	28	31	34	37	40	42	43	44	45	10,5
—	8	13	17	22	26	29	32	35	37	39	40	42	43	11
—	—	10	14	19	23	26	30	32	34	36	38	40	41	11,5
—	—	6	11	16	20	24	27	30	32	34	36	38	39	12
—	—	—	—	12	17	21	24	27	29	32	34	36	37	12,5
—	—	—	—	9	15	19	22	25	27	30	32	34	36	13
—	—	—	—	—	12	17	20	23	25	28	30	32	34	13,5
—	—	—	—	—	10	14	17	20	23	26	28	30	32	14
—	—	—	—	—	—	10	15	18	21	24	26	28	30	14,5
—	—	—	—	—	—	—	12	16	19	22	24	26¦	28	15
—	—	—	—	—	—	—	—	13	16	19	21	23	25	15,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	15	17	20	22	16

Diferenţa temperaturilor este $\Delta t = 30 - 20 = 10C°$.

Căutăm în tabela psihrometrică în coloana diferenţelor de temperatură valoarea 10 grade. Pe linia orizontală din dreptul acestei valo ri, şi a temperaturii termometrului uscat (30°C), se găseşte cifra 40, care indică umiditatea relativă 40%.

Dăm tabela psihrometrică în care se găsesc valorile din exemplul de mai sus, această tabelă se poate folosi pentru orice temperatură între —10 şi + 40°C.

Umiditatea relativă se mai poate determina şi cu ajutorul unor grafice (fig. 3 şi 4) care dau această umiditate la întretăierea coloanelor celor două temperaturi.

De exemplu s-a măsurat : $T = 21°C$ $t = 15°C$ în graficul (fig. 3) la întretăierea coloanelor respective găsim umiditatea relativă $\varphi = 50\%$

Dacă s-a măsurat într-un spaţiu închis temperatura uscată $T = 40°C$ şi temperatura umedă $t = 25°C$, din graficul (4) găsim umiditatea relativă $\varphi = 30\%$

Măsuri, scări şi aparate interferenţiale cu repere (gradate) *)

I. T. UVERSCHII

La măsurările comparative de contact a lungimilor diferitelor obiecte din construcţia de maşini, ia mult timp reglarea aparatelor pentru citirea la zero. Această reglare necesită deosebit de multă muncă cînd ea se face după cale plan — paralele sau serii din ele, de exemplu, la optimetre, interferometre de contact şi alte aparate asemănătoare.

Aceasta se explică prin aceea că, calele plan — paralele nu pot fi înglobate în aparate şi aproape la fiecare măsurare ele trebuie pregătite pentru utilizare, iar apoi tratate în mod special pentru păstrare. Ele necesită o comportare atentă şi o verificare relativ deasă, deoarece se defectează uşor şi nu prezintă stabilitate în exploatare. Menţinerea preciziei lor ridicate ia multă muncă şi timp.

Măsurările absolute de contact a lungimilor sînt mai productive cînd mărimile de măsurat se determină după măsuri cu repere şi dispozitive de citire, înglobate în aparate, de exemplu, în aparatele optice de măsurat lungimi, în maşinile de măsurat, etc. Totuşi, aceste măsurări absolute n-au obţinut o aplicaţie largă deoarece precizia lor este mai mică decît precizia măsurărilor comparative ce se execută după calele plan — paralele de categorii superioare.

Pentru creşterea preciziei măsurărilor absolute de contact a lungimilor de înaltă productivitate, este necesar ca în aparatele de tipul indicat să se înglobeze măsurile şi scările interferenţiale cu repere, a căror precizie, desigur, va depăşi precizia măsurilor terminale, determinate după metode interferenţiale corespunzătoare.

Măsurile şi scările interferenţiale cu repere pot fi rectilinii şi circulare. Ele se deosebesc prin acea că reperele lor au în secţiune profilul în formă de V, iar suprafeţele laterale ale reperelor servesc ca oglinzi mobile pentru microinterferometrul cu repere, înglobat în aparatul de măsurat.

Microinterferometrul cu repere se realizează după schema prezentată în (fig. 1). Lampa electrică (1) emite, prin condensatorul (2), lumina albă direct, sau prin filtrul de lumină (3), pe placa de separaţie (4), care serveşte pentru observarea simultană a oglinzii principale (6) şi a suprafeţelor laterale ale reperului (13) şi (14), aşezate sub un unghi anumit. In acest caz,

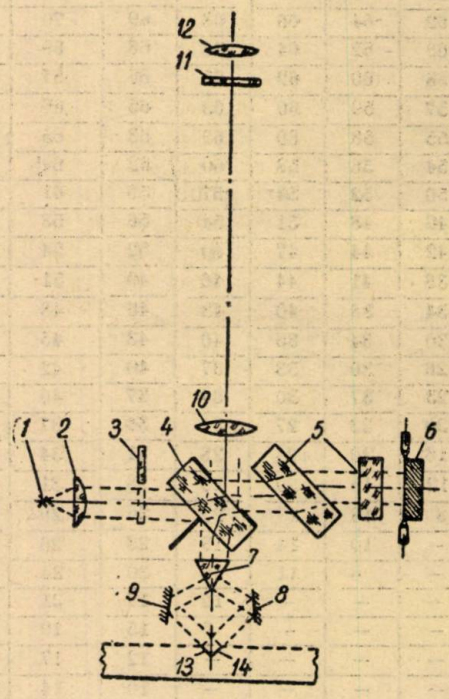


Fig. 1

lumina incidentă pe reper este împărţită de prizma echilaterală (7) în două fascicole, care sînt apoi dirijate de oglinzile (8) şi (9) perpendicular pe suprafeţele indicate ale reperului.

Condiţiile optice indentice în ambele braţe ale interferometrului se creează cu ajutorul compensatoarelor (5).

Fascicolele de lumină, reflectate de suprafeţele (6), (13) şi (14) trec parţial în obiectivul (10), montat astfel ca să cuprindă în cîmpul lui aceste suprafeţe şi la o mică diferenţă de parcurs a razelor, ele interferează pe suprafaţa scării (11). Benzile de interferenţă, împreună cu scara,

*) Din revista sovietică „Tehnica Măsurătorilor" Nr. 2/1956

se observă prin ocularul (12). Scara se gradează pentru valoarea necesară a diviziunii prin variația lățimii benzilor de interferență a luminii monocromatice, lăsată să treacă de filtrul de lumină, înglobat în aparat.

Schema dată asigură obținerea a două sisteme de benzi colorate de interferență a luminii albe, din care benzile acromatice negre constituie indicatoare pentru poziția reperului observat al măsurii, față de scara ocular a microinterferometrului.

Această poziție, pentru reper și, prin urmare, pentru măsură, va fi de zero atunci cînd, în cîmpul vizual al microinterferometrului cu re-

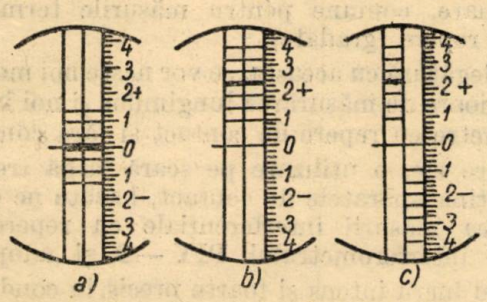


Fig. 2

pere, benzile negre vor coincide la îmbinare, iar îmbinarea benzilor va coincide, în primul rînd, cu semnul longitudinal de pe măsură, care indică linia de măsurare a ei și, în al doilea rînd, cu centrul scării oculare (figura 2 *a*). In caz contrar se observă următoarele :

1) Dacă măsura se va deplasa de la poziția de zero, în direcția axei reperului, semnul longitudinal de pe măsură se va depărta de centrul scării oculare.

2) Dacă măsura se va deplasa de la poziția de zero, în direcția axei microinterferometrului, benzile negre de interferență se vor îndepărta de centrul scării oculare într-o parte (figura 2 *b*).

3) Dacă măsura se va deplasa de la poziția de zero, în lungul liniei de măsurare a ei, benzile negre de interferență se vor despărți de la centrul scării oculare în părți diferite (figura 2*c*). Totodată, deplasarea de la poziția de zero va fi egală cu :

$$l = 0{,}353\ n\ \lambda$$

unde :

n = este numărul de benzi de interferență (de intervale) de lumină monocromatică, cuprinse între benzile acromatice negre de interferență a luminii albe (indicatoare).

λ = lungimea de undă a luminii monocromatice la maximum de permeabilitate a filtrului de lumină.

Semnul l este determinat de poziția de deplasare în raport cu segmentul de măsurat.

In acest mod microinterferometrul cu repere va indica, cu o precizie foarte înaltă, pozițiile de zero al măsurii interferențiale cu repere în aparat, precum și devierile ei de la aceste poziții, care corespund limitelor intervalelor dintre peperele măsurii. Pentru măsurarea intervalelor dintre reperele măsurilor interferențiale cu repere se propun metodele interferențiale absolute și de comparație.

Măsurările interferențiale absolute ale acestor măsuri se pot executa cu aparatul construit, spre exemplu, după schema prezentată în (fig. 3). Pe batiul (1) se deplasează masa (2), cu

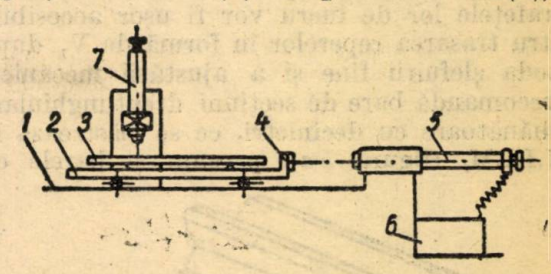


Fig. 3

măsura (3) și oglinda (4), care se află în fața interferometrului (5), tip Michelsohn, prevăzut cu contorul fotoelectronic pentru benzi (6). Microinterferometrul cu repere (7) servește pentru observarea reperilor măsurii. Esența măsurării constă în aceea că, în timp ce masa se mișcă, contorul fotoelectronic de benzi marchează succesiv distanțele între pozițiile de zero ale reperelor măsurii față de scara microinferometrului cu repere și le exprimă în lungimi de undă ale luminii monocromatice.

Măsurările interferențiale prin comparație a măsurilor cu repere propuse, se pot executa cu comparatorul transversal de tip cunoscut, însă, în locul microscopului prevăzut cu micrometre oculare, el trebuie să fie prevăzut cu microinterferometre cu repere.

Metoda măsurărilor prin comparație cu comparatorul transversal este simplă și nu necesită explicații.

Confruntarea măsurilor interferențiale cu repere cu etaloane vechi cu repere, în scopul succesiunii, se poate executa cu un comparator longitudinal construit, de exemplu, după schema următoare (figura 4). Pe batiul (1) se deplasează

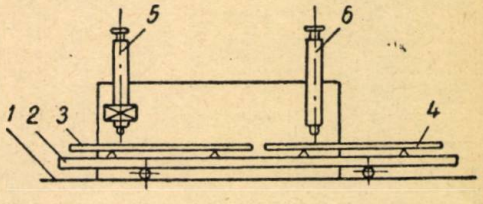


Fig. 4

masa (2), cu măsura nouă (3) și cea veche (4). Reperele acestor măsuri se observă respectiv prin microinterferometrul cu repere (5) și microscopul (6). Metoda de confruntare este clară.

Erorile metodelor de măsurări propuse de noi, a măsurilor interferențiale cu repere, vor fi cunoscute cu certitudine după studierea lor. In prezent se poate doar presupune că acestea trebuie să fie mai mici decît cele date de meto-

dele analoage de măsurări cu ajutorul calelor plan — paralele, datorită faptului, de exemplu, că proprietăţile optice ale suprafeţelor laterale ale reperelor nu introduc erori, linia de măsurare a măsurii este strict constantă, iar straturile de frecare lipsesc, neputînd avea loc uzura măsurii.

Confecţionarea măsurilor interferenţiale cu repere şi a scărilor nu prezintă dificultăţi dacă suprafeţele lor de lucru vor fi uşor accesibile pentru trasarea reperelor în formă de V, după metoda şlefuirii fine şi a ajustării mecanice. Se recomandă bare de secţiuni dreptunghiulare asemănătoare cu decimetri, ce se păstrează la V.N.I.I.M. (figura 5 *a*), precum şi barele cu

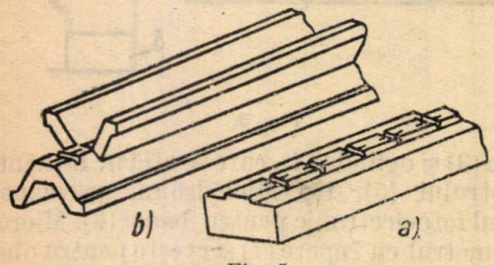


Fig. 5

secţiunea în formă de *X* sau *H* deschise la capete, dacă reperele trebuie să fie făcute numai la capetele lor (figura 5 *b*). Pentru trasarea reperelor în formă de V la locurile greu accesibile ale măsurilor sau scărilor, vor fi necesare studii tehnologice.

Domeniul de utilizare a măsurilor, scărilor şi aparatelor interferenţţiale cu repere se va extinde pe treptele superioare ale schemelor de etalonare a lungimilor, în construcţia de maşini şi în geodezie.

La introducerea cu succes a acestor măsuri va contribui simplitatea lor în construcţie, multiplele lor dimensiuni, universalitatea, indistructibilitatea în exploatare şi precizia lor înaintată, care, datorită cauzelor arătate mai înainte, trebuie să fie superioară preciziei calelor plan — paralele, măsurate cu ajutorul metodelor interferenţiale corespunzătoare.

Măsurile interferenţiale cu repere, care vor fi măsurate după metoda interferenţială absolută în lungimi de undă de lumină, cu cea mai înaltă precizie de obţinut, vor constitui copiile materializate ale etalonului de lumină pentru lungime şi vor sta în fruntea noii scheme de etalonare, comune pentru măsurile terminale şi cu repere (gradate).

In legătură cu aceasta, se vor naşte noi metode superioare de măsurarea lungimilor şi noi interferometre cu repere de contact şi fără contact.

Intre ele, o utilizare pe scară largă trebuie să obţină aparatele de contact, bazate pe combinarea măsurii interferenţiale cu repere cu tubul interferometrului PIY — 2 şi adoptate pentru lucru intens şi foarte precis, în condiţiile laboratoarelor şi atelierelor industriale. Ele vor înlocui optimetrele, ultraoptimetrele, interferometrelor de contact şi aşa mai departe, aparate care se reglează după calele plan — paralele, ceea ce va permite să se concentreze măsurile terminale acolo unde sînt necesare adaose de măsurare. In afară de aceasta, pe baza interferometrului cu repere pot fi create interferometre pentru filet care să servească la măsurări foarte precise ale elementelor principale de la filetele de precizie şi la determinarea calităţii suprafeţelor laterale.

O lucrare interesantă în problema unificării internaţionale a alcoolmetrelor

E. PATRICIU

Дается рецензия доклада с которым доктор физических наук Г. Спаенен выступита Международном конгрессе по технологической химии в Брюсселе, предлагая унифинировать по международной договоренности спиртомеры, применяемые во всем мирел цокладчик требует существующие спиртомеры заменить градуированными в г/мл. спир. Домерами при 20°C.

★

L'article contient la récension de la conférence tenue par le docteur ès sciences physiques G. Spaepen au Congrès international de chimie industrielle, qui a eu lieu à Bruxelles.

Le Dr. Spaepen propose l'unification des alcoolmètres utilisés dans le monde entier, sur la base d'un accord international. Il propose aussi le remplacement des alcoolmètres actuels par des alcoolmètres gradués en g/ml à 20°C.

La Congresul internaţional de chimie industrială, secţia fermentaţie, care a avut loc la Bruxelles în septembrie 1954, doctorul în ştiinţe fizice şi metrologul J. Spaepen, din Belgia, a ţinut o conferinţă avînd drept temă unificarea, indispensabilă pe plan mondial, a alcoolmetrelor, arătînd că o eroare relativ mică făcută asupra determinării volumului de alcool absolut conţinut poate aduce o diferenţă de preţ apreciabilă.

J. Spaepen arată că volumul de alcool absolut conţinut într-un amestec, depinde de trei factori : volumul total al amestecului, temperatura sa şi conţinutul său în alcool absolut. In această conferinţă se tratează numai acest din urmă factor.

Măsurarea conţinutului în alcool se face pretutindeni în general cu ajutorul areometrelor, acestea fiind aparatele cele mai comode pentru astfel de determinări, natural în cazul că areometrele folosite sînt suficient de sensibile. Din acest punct de vedere, aparatele utilizate dau satisfacţie în majoritatea ţărilor.

Din păcate însă, areometrele nu sînt gradate pretutindeni după aceeaşi scară, ba mai mult, sînt scări cu acelaşi nume care prezintă între ele diferenţe apreciabile, neajuns care îşi are origina în dezvoltarea istorică a areometrelor.

Astfel, în 1790, Gilpin pune bazele alcoolmetriei studiind, la cererea Angliei, masa volumetrică şi dilatarea termică a amestecurilor de alcool etilic cu apă. In 1811, Tralles calculează tabele în procente de volum la 15, 56°C plecînd de la rezultatele lui Gilpin (care erau exprimate în procente de greutate). Franţa, în 1824, introduce „alcoolmetrul Gay Lussac" gradat în procente de volum la 15°C bazat pe cercetările lui Gay Lussac.

Mai tîrziu, în 1884, s-au stabilit, în Franţa, condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească alcoolmetrele şi tabela de corespondenţă între procentele de volum la 15°C şi densitatea la 15/15°C. Această tabelă, care nu se mai bazează pe măsurătorile originale ale lui Gay Lussac este şi în prezent în vigoare în Franţa.

Multe ţări au adoptat alcoolmetrul după sistemul Gay Lussac, dar după ce au recalculat şi rotunjit cifrele acestui savant şi a altor autori. Se găsesc astfel în R.P.R., Suedia, Elveţia, Franţa, scări ale lui Gay Lussac care diferă apreciabil între ele.

După un studiu întreprins de Serviciul de Metrologie Belgian, s-a constatat că baza de gradare a alcoolmetrelor belgiene (procente de volum la 15°C) este mai aproape de datele moderne, decît scara franceză, deoarece ea a fost stabilită mai tîrziu, în 1886, şi a putut utiliza astfel datele lui Mendeleev („Studii asupra soluţiilor apoase de alcool etilic în legătură cu greutatea specifică", Petersburg, 1887).

In 1888, scara în procente de greutate este introdusă legal în Germania, această scară eliminînd influenţa contracţiei amestecurilor de alcool etilic cu apă şi fiind independentă de temperatură.

In Olanda în sfîrşit, problema alcoolmetriei a primit o soluţie logică, alcoolmetrul olandez fiind gradat în volume specifice (inversul masei volumetrice). Transformarea în procente de volum se face cu ajutorul unor tabele plecînd de la volumul specific şi temperatură.

Sensibilitatea prea mică a alcoolmetrelor olandeze nu mai satisface însă nevoile actuale.

In ţările anglo-saxone se foloseşte şi astăzi o scară nemetrică — scara Sykes.

Numeroşi autori s-au ocupat cu măsurarea masei volumetrice şi a coeficientului de dilatare a soluţiilor de alcool etilic cu apă. Rezultatele obţinute de ei diferă însă mult între ele, cauza principală a acestor diferenţe constînd în greu-

tăţile pregătirii unui alcool absolut, suficient de deshidratat şi a metodelor şi aparatelor de lucru folosite, a căror precizie pe zi ce trece a crescut.

J. Spaepen citează lucrarea lui Osborne (USA) în care acesta din urmă face un istoric complet al determinărilor de densitate şi a coeficienţilor de dilatare la soluţiile apoase de alcool etilic, din 1790 şi pînă în 1911 şi arată că diferenţa dintre rezultatele autorilor consideraţi ca demni

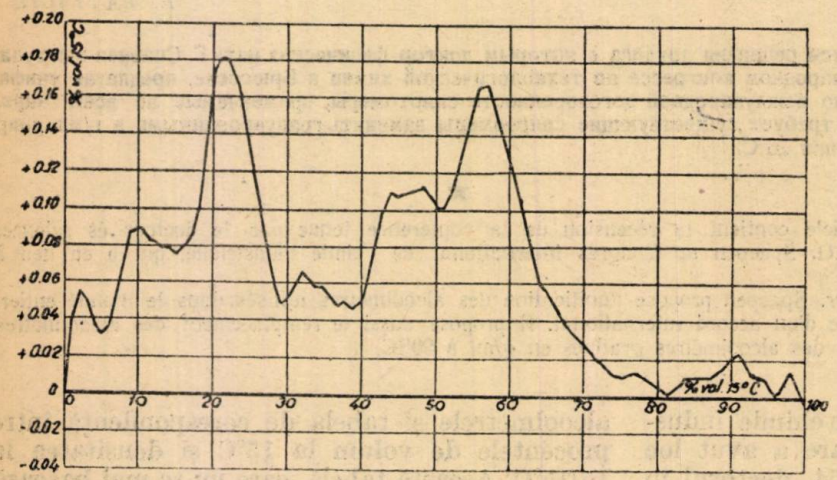


Fig. 1

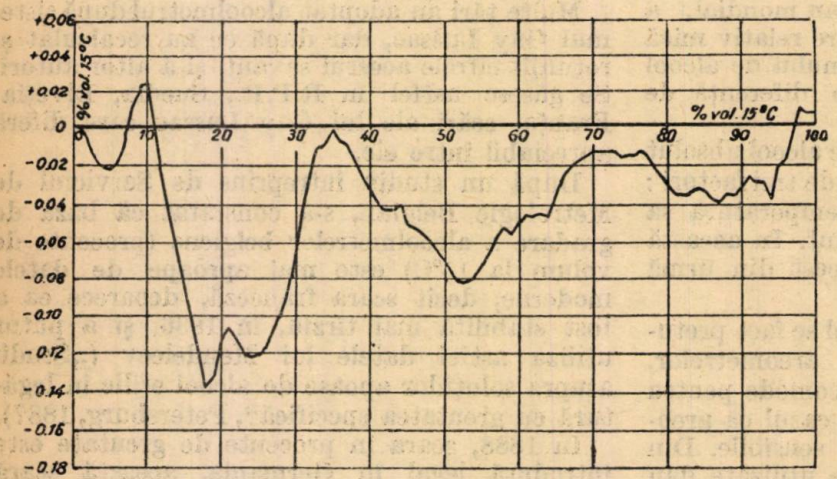


Fig. 2

de încredere (Mendeleev şi Osborne) nu este decît de 0,00002 g/ml (0,004 procente de volum).

Mai tîrziu, au fost făcute şi alte lucrări de către diverşi autori, dar mai ales cercetările lui Frost de la Institutul de reactivi chimici puri al U.R.S.S. merită toată atenţia. Valorile găsite de Frost nu diferă decît cu 0,00004 g/ml (0,008 procente de volum) de cele obţinute de Osborne.

Datorită lucrării lui Osborne şi a colaboratorilor săi, confirmată de Frost şi completată de el pentru temperaturi sub 10°C, se dispune astăzi de datele care ar putea duce la un acord internaţional în materie de alcoolmetrie şi care ar înlătura diversitatea scărilor alcoolmetrice folosite în lumea întreagă. In acest mod ar fi înlăturate divergenţele care s-ar putea ivi în comerţul dintre state, datorită acestei diversităţi.

Diferenţele dintre alcoolmetrele gradate după datele cele mai noi şi un alcoolmetru francez (scara Gay Lussac) de pildă pot merge pînă la 0,2% (fig. 1). Aceleaşi erori, dar de semn contrar, s-au constatat între un acelaşi alcoolmetru ca mai sus şi un alcoolmetru gradat după datele oficiale germane (fig. 2). Diferenţe de acest fel există şi între alcoolmetrele din alte ţări.

Autorul arată în continuare că relaţia dintre masa volumetrică şi tărie trebuie neapărat stabilită cu cinci zecimale, deoarece pentru anumite tării o sutime de procent corespunde cu o unitate la a cincea zecimală.

Autorul propune, în urma celor arătate mai sus, o unificare a aparatelor de măsurat tăria alcoolică, care să se facă în urma unui acord internaţional.

El cere înlocuirea alcoolmetrelor existente, a căror diversitate provoacă mari neajunsuri, cu areometre gradate în masă volumetrică (densităţi).

Cu un areometru gradat în masă volumetrică se măsoară însă-şi mărimea pe baza căreia funcţionează areometrul. Gradarea unui areometru în masă pe unitatea de volum (g/ml) este o gradare raţională.

Un astfel de areometru pentru soluţii alcoolice va fi însoţit de o tabelă din care, cu ajutorul masei volumetrice măsurate şi a temperaturii se poate afla tăria soluţiei.

In cazul că s-ar face determinări noi, mai precise, s-ar modifica doar tabelele, dar areometrele ar rămîne aceleaşi. Astfel n-ar mai fi necesară înlocuirea lor, ca în prezent, lucru foarte costisitor şi care cere multă muncă de readaptare cu personalul care foloseşte asemenea aparate.

De sigur, după cum preconizează şi I.S.O. (Organizaţia internaţională de standardizare) în ceea ce priveşte normalizarea areometrelor, acestea ar trebui să fie gradate în grame pe mililitri, la temperatura normală de 20°C.

De altfel, folosirea exclusivă a unor astfel de areometre, tinde să se generalizeze în toate ţările, chiar în cele cum ar fi Anglia şi U.S.A., ţări care nu au aderat totuşi la sistemul metric.

J. Spaepen arată în continuare, că, în ceea ce priveşte cei care vor folosi acest fel nou de alcoolmetre, efortul pentru a-şi schimba obiceiurile va fi infinit mai mic decît greutăţile pe care le întîmpinau strămoşii noştri pentru a se adapta la metru şi kilogram.

Numărul 4/1956 al revistei sovietice

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Cuprinde:

TIURIN N. I. — Expoziţia unională industrială pe anul 1956, sala „metrologie, etaloane şi măsurări de precizie".

MIHAILOV M. F. — Selecţionarea şi pregătirea cadrelor de lucrători în domeniul metrologiei şi a tehnicii măsurărilor.

AGLINŢEV K. K. — Etaloane şi metode etalonate de măsurări în domeniul radiaţiilor ionizate.

KOSTIN V. E. ş.a. — Aparat pentru măsurarea proflului canalului de trefilat cu filiere de diamant.

MEDIANŢEV L. L. — Influenţa calităţii prelucrării suprafeţelor de măsurat ale măsurilor unghiulare asupra preciziei măsurării.

RAZUMIHIN V. N. — Măsurarea densităţii lichidului la presiuni înalte.

FINKELSTEIN V. E. — Metoda de etalonare (gradare) şi verificare a pirometrelor optice la temperaturi înalte.

AHIEZER A. N. — Măsurarea atenuărilor (amortizărilor) slabe cu ajutorul unui teu dublu.

GHERŢENSTEIN M. E. — Determinarea conductivităţii de şuntare a sondei liniei de măsurat.

VALITOV R. A. — Aparate cu ac indicator pentru măsurarea puterii în unde centimetrice.

JELNOV V. G. — Filtru de gamă pentru dispozitive electronice de măsurat.

RABINOVICI B. E. — Influenţa formei curbei tensiunii indicaţiilor voltmetrelor electronice.

ZEMELMAN M. A. — Influenţa formei curbei tensiunii de măsurat asupra indicaţiilor voltmetrelor cu diode şi cu caracteristici liniare.

SLIANDIN V. M. — Dispozitiv automat pentru măsurări relative a tensiunilor alternative în grilele electrice active.

KARABACI V. K. — Despre măsurarea consumului (debitului) de lichide şi gaze.

— Proiect tip pentru construcţia unui laborator de control de stat în domeniul tehnicii măsurărilor.

SIVOKON F. F. — Controlul situaţiei gospodăriei măsurărilor şi respectării standardelor şi condiţiilor tehnice la întreprinderile industriale.

KREVER I. S. — Desfăşurarea verificărilor şi a reviziilor în raioane în timp de 16—18 zile (desfăşurarea lucrărilor de verificare într-un raion temporar).

VOLOSEVICI F. P. — Aparate de măsurat lungimi terminale de mai mulţi metri prevăzute cu un sistem optic simplificat.

HEILIGMAN A. I. — Despre verificarea diametrului interior al calibrelor — tampon de filet.

MALAHOV M. I. — Dispozitiv pentru ajustarea (rectificarea) suprafeţelor micrometrelor.

KALEDIN I. P. — Despre verificarea termocuplelor.

FRENKEL A. B. — Aparate de măsurat — controlat de atelier.

BERESLAVSKI S. M. — Perfecţionarea aparatului KZF.

NAUMOV P. A. — Instalaţie de termostatare pentru lucrări de metrologie la măsurările densităţii lichidelor şi a corpurilor solide.

KRASNOPOLSKAIA S. M. — Termostat pentru verificarea alcoolmetrelor metalice model de ordinul al doilea.

SLATOGURSKI R. P. — Termostat pentru verificarea alcoolmetrelor metalice.

— Termostate cu aburi pentru verificarea termocuplelor de contact.

KANTOR P. B. ş.a.

GORELOV V. I. — 4 schme de măsurare a rezistenţei interne a milivoltmetrelor pirometrice.

VORONŢOV B. N. — Un procedeu nou de fixare a vîrfului la durometrul tip TK.

POLINSKI E. F. — Despre verificarea manometrului cu piston şi greutăţi.

KRASNOPOLSKI E. M. — Despre necesitatea revizuirii instrucţiunii 1—54.

HEREŢ L. S. — Eliminarea momentului (cuplului) provocat de inducţia mutuală în logometre.

— Despre verificarea aparatelor automate de măsurat făina (la dozarea făinei pentru aluat).

ARTEMIEV E. V. — Aparate pentru compararea continuă a frecvenţelor oscilaţiilor electrice.

* * * — Despre utilizarea şi verificarea alcoolmetrelor metalice de lucru.

Nr. 10 din octombrie 1956 al revistei

Feingeräte TECHNIK

Cuprinde:

RÜHL	— Să luptăm în comun pentru progresul tehnic.
BOGUSLAWSKI-KAJAK	— Aparat de măsurat lungimi cu sîrmă de măsurare.
KÖRWIEN	— Cercetarea probelor cu crestături rotunjite cu aparate optice și de mecanică fină.
	— Aparat pentru verificarea comparatoarelor indicatoare.
ANRRĂ	— Un nou înregistrator care înregistrează pe axe de coordonate. Alte exemple pentru aplicarea lui.
GÜNZLER	— Sticle colorate și filtre metalice de interferență.
DIANOV-KLOKOW-SCHIBALOV	— Un refractometru automat continuu.
VINOPAL	— Industria aparatelor Röntgen în Cehoslovacia.
FERNER	— Predeterminarea aproximativă a calității realizabile la reglaj, cu ajutorul funcției de trecere la reglaj.
HIENTZSCH	— Transmiterea electrică la distanța nivelului lichidelor după procedeul impulsului treptat.
	— Dispozitiv de ghidare și de control al reactorului Dido „E 443".
LEHMANN	— Artificii și piese ajutătoare la măsurări.
WOLOSSEWITSCH	— Măsurător de unghiuri perfecționat pentru controlul unghiurilor și uneltelor de tăiere.
MACABREY	— Roți dințate și dinți perfecționați.
AUBREY	— Despre unele procedee de măsurare a durității.
KOPYLEWSKI	— Un palpator de interior special.
ULLMANN	— Prelucrarea electroerozivă a metalelor și aplicarea ei în practică.
KAMMERER-CANAL	— Exemple pentru aplicarea optic i de tensiune.
ROMMEL	— Stereoproiectorul 375 Watt.

Numărul 4/1956 al Revistei

MICROTECNIC

Cuprinde:

CHALVET M.	— Verificatoarele electrice și electronice în practica atelierelor mecanice.
MOLLE R.	— Recentele tendințe în metrologia pneumatică.
TÖRNEBOHM H.	— Unitățile de lungime de-a lungul vremilor.
SHAW M. C. și DIRKE S. O.	— Uzura sculelor de tăiat.
HOFFROGGE CH.	— Reticule pentru verificarea culiselor rectilinii și a tablelor cu coordonate.
PELE E.	— Un nou calibru cu fălci.
* * *	— Noutăți și progrese tehnice.

VIII. Műszer F
2434

Metrologia aplicată

ORGAN AL DIRECŢIEI GENERALE DE METROLOGIE
DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIŞTRI

Institu

12

Decembrie 1956

REVISTA

„METROLOGIA APLICATA“

SE GĂSEŞTE DE VÎNZARE LA

DIRECŢIA GENERALĂ DE METROLOGIE

STRADA ŞTIRBEI VODĂ nr. 186

ŞI LA

LIBRĂRIA ACADEMIEI

CALEA VICTORIEI Nr. 27 — BUCUREŞTI

Nr. 12
Dec.
1956

METROLOGIA APLICATĂ

ORGAN AL DIRECŢIEI GENERALE DE METROLOGIE DE PE LÎNGĂ CONSILIUL DE MINIŞTRI

APARE SUB CONDUCEREA UNUI COMITET DE REDACŢIE

SUMAR

Pag.

PROBLEME TEHNICE ALE METROLOGIEI APLICATE

HENRY MOREAU — Sistemul metric în lume 3
V. I. PLACINŢEANU — Scara internaţională a temperaturii şi scara termodinamicii 7
Ing. L. BADEA — Reglarea automată a debitelor de fluide în industrie 11
Ing. D. PANAITESCU — Determinarea factorului de putere cu ajutorul contoarelor monofazate de energie activă 18
Ing. ST. MISKOVITS — Reglarea aparatelor de determinat duritatea după metoda Rockwoll 26
GRUJNIŢKY FILIP — Metoda nestaţionară pentru măsurarea conductivităţii termice a materialelor granuloase şi pulverulente . . . 31

DIN EXPERIENŢA INTREPRINDERILOR

STRĂJESCU PAUL şi TUTOVEANU ANATOL — Dispozitiv pentru măsurarea succesivă a intensităţii curentului pe fiecare fază, la electromotoare 35

PROBLEME ECONOMICO-ORGANIZATORICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ing. LIVIU IOANOVICI — Ridicarea conţinutului muncii metrologice 38

DIN EXPERIENŢA ŢĂRILOR DE DEMOCRAŢIE POPULARĂ

W. ECKERKUNST — Automatizarea şi mecanizarea în tehnica măsurării. Extras din revista Feingeräte Technic Nr. 1/1956 . . . 42

INDRUMĂTOR LEGISLATIV

REDACŢIA
ŞI
ADMINISTRAŢIA

DIRECŢIA GENERALĂ DE METROLOGIE

Str. ŞTIRBEI VODĂ, 186
TELEF. 62031

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

ГЕНРИХ МОРО — Мировая метрическая система 3

И. И. ПЛАЧИНЦЯНУ — Международная температурная и термодинамическая шкалы . . . 7

Инж. Д. ПАНАИТЕСКУ — Определение коэффициента мощности при помощи однофазных счетчиков активной энергии 18

Инж. ШТ. МИШКОВИЧ — Настройка аппаратов при определении твердости по методу Рокуэлла 26

ГРУЖНИЦКИЙ ФИЛИПП — Нестационарный метод определения теплопроводности зернистых и порошковых материалов 31

Стр.

ИЗ ОПЫТА ПРЕДПРИЯТИЙ

СТРЭЖЕСКУ ПАУЛЬ — Приспособление для исследовательного замера пофазного напряжения тока электромоторов 35

ЭКОНОМИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Инж. ЛИВИЙ ИОАНОВИЧ — Обогащение содержания метрологической работы 38

ИЗ ОПЫТА СТРАН НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

В. ЭКЕРКУИСТ — Автоматизация и механизация измерительной техники. Выдержки из журнала «Файнгерете техник»№ 1/1956 г. . 42

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

SOMMAIRE

Pag.

HENRY MOREAU: Le système métrique dans le monde 3

I. PLACINŢEANU: L'échelle internationale de température et l'échelle thermodynamique . 7

Ing. L. BADEA: Le réglage automatique du débit des fluides dans l'industrie 11

Ing. D. PANAITESCU: La détermination, à l'aide des compteurs monophasés, à énergie active, du facteur de pouvoir 18

Ing. ST. MISCOVITS: Le réglage des instrumenis à déterminer la dureté d'après la méthode Rockwell 26

GRUJNITZCHI FILIP: La méthode nonstationnaire utilisée à mesurer la conductivité thermique des matériaux granuleux et pulvérulentes . 31

Pag.

DE L'EXPÉRIENCE DES ENTREPRISES

STRAJESCU PAUL et TUTOVEANU ANATOL: Dispositif pour mesurer l'intensité du courant des électromoteurs, sur chaque phase et successivement 35

PROBLÈMES ECONOMIQUES ET D'ORGANISATION DE LA METROLOGIE APPLIQUÉE

Ing. L. IVANOVICI: Suggestions pour l'amélioration du travail métrologique dans les entreprises 38

DE L'EXPÉRIENCE DES PAYS DE DÉMOCRATIE POPULAIRE

W ECKERKUNST: L'automatisation et la mécanisation dans la tehnique des mesures. — Extrait de la revue „Feingeräte Tehnic" nr. 1/1956 42

GUIDE LÉGISLATIF

Sistemul metric în lume*)

HENRY MOREAU

Asistent la Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți

Осветив в общих чертах достоинства метрической системы и приложенные, в особенности, во Франции усилия в пользу ее всеобщего признания, автор в связи с существующей в Англии и Соединенных Штатах Америки, противоположной системы и в свете вопросов поставленных на Всеобщей Конференции мер и весов в Париже и Севре в 1954 г. переходит к рассмотрению нынешнего положения двух больших проблем:

1. О положении в котором находится мировая метрическая система в настоящее время;

2. О перспективах мероприятий по всемирной унификации представляющих основу этой системы.

Результаты рассмотрения этого вопроса дают возможность надеяться, что будут устранены даже и последнейшие англо-американские недостатки и что метрическую систему, благодаря её гармоничной концепции и практическим преимуществам, следует признать как единственную всеобщую систему мер и весов.

★

Après avoir montré les avantages du Système Métrique, l'auteur rappelle les efforts déposés, surtout par la France, pour vaincre l'opposition de la Grande Bretagne et des Etat Unis d'Amérique et faire accepter son application universelle.

On analyse ensuite les résultats de l'enquête entreprise sur les deux questions posées à la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures réunie à Paris et Sèvres en octobre 1954 et notamment:

— Quelle est, à l'heure actuelle, la situation du Système Métrique dans le monde?

— Quelles sont les perspectives d'une unification mondiale des mesures, sur la base de ce système?

Les résultats de l'analyse permettent de formuler l'espoir que les derniers partisans des systèmes anglo-américains seront réduits à reconnaître la supériorité du Système Métrique, dont l'adoption universelle s'imposera bientôt, grâce à sa structure harmonieuse et aux nombreux avantages pratiques qui en découlent.

Cu excepția cîtorva țări, în care mai există încă măsuri de origină ancestrală sau reprezentînd vestigiile unor vechi îndeletniciri, lumea întrebuințează astăzi două moduri principale de exprimare metrologică: pe de o parte sistemul metric, iar pe de altă parte ansamblul măsurilor anglo-saxone (sistemul britanic sau „sistem imperial" și măsuri americane).

Nu este nevoie să amintim multiplele inconveniente pe care le aduce această dualitate de sisteme în ce privește dezvoltarea relațiilor internaționale în toate domeniile, pentru a nu mai vorbi de timpul pierdut în mod inutil pentru transformarea unităților de măsură exprimate în sisteme diferite. Într-o lume devenită prea mică pentru a avea două sisteme de unități, necesitatea unei unificări pe baza sistemului metric se impune deci din ce în ce mai mult.

Avantajele sistemului metric—dintre care cel principal este de a fi conform sistemului nostru curent de numerotare, adică zecimal — sînt destul de cunoscute. Creat în Franța, prin legea din 7 aprilie 1795, el a devenit definitiv obligatoriu la 1 ianuarie 1848. Ceea ce este însă, fără îndoială, mai puțin cunoscut este faptul că în momentul stabilirii unui sistem de măsuri, Franța a căutat sprijinul Angliei și al Statelor Unite ale Americii, care se gîndeau și ele să-și reformeze propriile lor unități de măsură, pentru a ajunge la o înțelegere care ar fi fost punctul de plecare al unei unificări mondiale a măsurilor.

Din păcate, această cooperare nu a putut fi obținută și Franța a înfăptuit singură stabilirea noului sistem care, „cu toate că a fost conceput și înfăptuit în Franța, va aparține tuturor națiunilor".

Într-adevăr, nu fără temei, creatorii sistemului metric au renunțat la orice unitate sau etalon existent și au ales pămîntul ca bază a unităților lor. Intemeind noul sistem pe acest „etalon natural universal", ei înțelegeau prin aceasta să ușureze adaptarea lui de către toate țările, menajînd bineînțeles susceptibilitățile naționale.

Refuzul celor două mari națiuni anglo-saxone apare cu atît mai regretabil, cu cît niciun avantaj nu milita în favoarea sistemului

*) Din „Revue de metrologie", nr. 3/1956.

imperial. Acest sistem imperial nu este de altfel — după cum însişi englezii o recunosc — decît "un conglomerat de diferite unităţi recunoscute în trecut ca potrivindu-se mai bine unor anumite întrebuinţări, unităţi care au fost adunate împreună pentru a forma pînă la sfîrşit un sistem mai mult sau mai puţin coherent.".

De altfel, sub denumirea de „sistem imperial", se găsesc strînse laolaltă cinci sisteme diferite de greutăţi şi trei sisteme de capacitate, care au încă curs legal în Marea Britanie.

De asemenea, trebuie să amintim că iardul şi poundul (livra) nu au în prezent aceeaşi difiniţie şi că valorile lor sînt puţin diferite în Anglia, Canada şi în Statele Unite ale Americii. Mai sînt şi alte unităţi care, deşi cu denumiri identice, au valori mai mult sau mai puţin diferite, ca de pildă gallonul care în Marea Britanie reprezintă o capacitate de 4,546 litri, iar în Statele Unite numai 3,785 litri. Nicio organizaţie mondială, pe de altă parte, nu este responsabilă de aplicarea sistemului imperial, în timp ce sistemul metric se află sub un control internaţional ce îşi are originea în *Convenţia Metrului* (1875) la care au aderat pînă acum 35 state care contribuie la întreţinerea unui Birou Internaţional de Măsuri şi Greutăţi, la Sévres.

Atitudinea adoptată de Marea Britanie şi de Statele Unite faţă de sistemul metric a împiedicat întrucîtva realizarea acestei grandioase reforme reprezentată prin unificarea mondială a măsurilor. Această atitudine nu a putut totuşi împiedica dezvoltarea continuă a acestui sistem, dezvoltare care la ora actuală se continuă în numeroase state în care s-a decis adoptarea sistemului metric şi înlocuirea măsurilor naţionale sau britanice.

Care este deci situaţia sistemului metric în lume, astăzi, un secol şi jumătate după ce a fost creat? Care sînt perspectivele de unificare mondială a măsurilor pe baza acestui sistem?

Al şaselea raport asupra „recentelor progrese ale sistemului metric"[1]), prezentat la a zecea sesiune a Conferinţei generale de măsuri şi greutăţi, întrunită la Paris şi Sévres în octombrie 1954, aduce informaţii utile asupra acestor două probleme care au dat loc unei largi anchete efectuate de către Biroul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi, anchetă pe care o rezumăm în esenţă în cele de mai jos.

* * *

Dezvoltarea reală a sistemului metric în străinătate a început în 1820, dată la care el a fost adoptat de către Tările de Jos (Belgia, Olanda şi Luxemburg, care pe vremea aceea erau reunite). După aceea, adeziunile s-au înmulţit atît în Europa cît şi în afara Europei, fie cu titlu obligatoriu, fie cu titlu facultativ. Începînd din 1864, Marea Britanie a autorizat folosirea sistemului metric, declarîndu-l în mod legal facultativ în 1897. În 1866, Statele Unite ale Americii au luat o hotărîre similară.

La începutul celui de-al doilea război mondial, sistemul metric prinsese deja rădăcini în numeroase ţări răspîndite în cele cinci continente ale lumii. Nu vom insista asupra acestor adeziuni vechi şi ne vom opri la dezvoltarea sistemului metric din ultimii ani.

Recentele progrese ale sistemului metric

Folosirea obligatorie a sistemului metric a fost introdusă în R. P. Albania în 1951, pînă la această dată el nefiind decît facultativ în această ţară. Noi legi asupra măsurilor şi greutăţilor au sancţionat adoptarea acestui sistem în Egipt, în Israel şi în Republica Dominicană. R. P. D. Coreeană şi Regatul Hacemit al Iordaniei l-au adoptat şi ele cu titlu obligatoriu. De curînd (1955), guvernul Sudanului a adoptat un sistem de măsuri uniform, fondat pe unităţi metrice.

În Republica Populară Chineză, unde sistemul metric este *legal* din 1929 şi se aplică împreună cu sistemul chinez aşa numit „*mercantil*", extinderea sistemului este inscrisă în programul de unificare a măsurilor din acest stat.

În Japonia folosirea abligatorie a sistemului metric a fost definitiv impusă prin legea din 1951; folosirea măsurilor japoneze şi a celor anglo-saxone va înceta de a mai fi legală în 1959.

Un alt mare stat asiatic, India, a început şi el reforma măsurilor sale. În prezent, în domeniul măsurilor indiene există numeroase legislaţii — centrale, provinciale şi locale — care dau naştere unei situaţii confuze, comparabilă, pînă la un anumit punct, cu aceea care exista în Franţa înainte de introducerea sistemului metric.

În faţa acestei situaţii, necesitatea şi urgenţa unei unificări a măsurilor şi greutăţilor indiene nu au scăpat conducătorilor acestui stat. Respingînd orice proiect de unificare pe baza măsurilor britanice, deşi acestea erau înrădăcinate de multă vreme în ţară, guvernul indian a decis, în martie 1955, ca India să adopte sistemul metric ca singurul sistem legal de măsuri şi sistemul zecimal pentru monedă. Acest „război împotriva vechilor idei", reprezentat printr-o revoluţie tăcută, paşnică şi lentă, prevede introducerea definitivă a sistemului metric în etape succesive, eşalonate pe o perioadă de 15 ani. Această decizie de importanţă capitală arată întreaga însemnătate pe care India o acordă dezvoltării activităţilor sale în toate domeniile, dezvoltare pe care menţinerea măsurilor tradiţionale ale acestei ţări, atît indiene cît şi britanice, nu ar putea decît s-o împiedice.

Menţionăm, de asemenea, că în Etiopia se studiază dispoziţiile care trebuie luate în vederea

[1]) „Recentele progrese ale sistemului metric" (1948-1954) Gauthier-Villars, Paris, 1955, 80 p.

adoptării măsurilor metrice, care sînt deja în uz în cîteva servicii oficiale.

În sfîrşit în Grecia, singura ţară europeană, , în afara Marii Britanii şi Irlandei, unde sistemul metric nu este folosit în mod obligatoriu şi unde sînt încă în uz vechile măsuri turceşti, vestigii ale ocupaţiei otomane, se studiază un proiect de lege asupra introducerii măsurilor şi greutăţilor metrice, proiect care urmează să fie supus parlamentului.

Dacă ar mai fi încă nevoie să se justifice avantajele sistemului metric, cel mai bun lucru de făcut nu este decît să amintim aceste recente decizii luate în favoarea adoptării sale.

Sistemul metric şi ţările anglo-saxone

De mai bine de o jumătate de secol, problema adoptării obligatorii a sistemului metric de către ţările anglo-saxone reţine atenţia cercurilor competente. În afara acţiunilor de propagandă duse de către organizaţii care militează în favoarea sistemului metric, cum ar fi : „Decimal Association" în Marea Britanie şi „Metric Association" în Statele Unite, această problemă face, în mod periodic, obiectul unor anchete, recomandări etc., care preconizează adoptarea sistemului metric ; din păcate, pînă acum nu s-a concretizat nicio acţiune pozitivă generală.

În 1907, Camera Comunelor respinsese deja, numai cu majoritatea de 32 de voturi, legea care prevedea adoptarea obligatorie a sistemului metric în Marea Britanie.

În 1952, guvernul britanic a făcut cunoscut că nu este dispus să dea vreo urmare recomandaţiilor relative la sistemul metric, cuprinse în importantul raport al „Comitetului pentru legislaţia măsurilor şi greutăţilor", prezentat în 1951 parlamentului de către Ministerul Comerţului. Acest raport, care cuprinde un capitol constituind o elocventă pledoarie în favoarea sistemului metric, sfîrşeşte recomandînd abolirea sistemului imperial şi adoptarea completă a sistemului metric recunoscut ca fiind, „în sensul cel mai larg, şi în interesul uniformităţii mondiale, un sistem de măsuri şi greutăţi mai bun decît sistemul britanic". Raportul mai adăuga că această schimbare, care ar fi putut să se eşaloneze pe o perioadă de aproximativ 20 ani, trebuie să fie precedată de un acord încheiat cu Commenwealth-ul şi cu Statele Unite ale Americii pentru a se opera din partea acestora o schimbare simultană.

Pe plan legal, situaţia este deci aceeaşi ca la începutul secolului. În faţa importanţei şi a urmărilor pe care le are o asemenea reformă, guvernul britanic ezită să ia o hotărîre definitivă. Tările Commenwealth-ului sînt, în totalitatea lor, cîştigate pentru această reformă, dar legăturile care le unesc cu Marea Britanie le obligă, în oarecare măsură, să nu ia o hotărîre izolată. Cu toate acestea, sistemul metric se înrădăcinează în numeroase activităţi. Folosirea lui este curentă în domeniul ştiinţific şi el se generalizează, de asemenea, în domeniul tehnic şi în anumite ramuri ale industriei.

Pe de altă parte, o hotărîre a fost luată în 1953 de către corporaţiile medicale şi farmaceutice britanice, care au adoptat sistemul metric. În faţa ezitărilor guvernului, unii consideră că numai prin astfel de hotărîri voluntare, care sînt posibile datorită caracterului legal pe care îl are sistemul metric în Marea Britanie, se poate realiza în mod progresiv o schimbare efectivă.

În Statele Unite situaţia sistemului metric se menţine staţionară. De altfel, larga autonomie de care se bucură fiecare stat în materie de măsuri şi greutăţi face ca legislaţia americană să fie destul de complexă. Deşi legea naţională şi legile unei jumătăţi de duzini de state recunosc în mod explicit legalitatea întrebuinţării sistemului metric, adevărul este că legile mai tuturor celorlalte state fac aproape imposibilă utilizarea sistemului metric în practica comercială.

Cu toate acestea, sistemul metric este larg utilizat în domeniul ştiinţific şi, într-o măsură mai mică, în anumite domenii tehnice. La fel ca şi în Marea Britanie, partizanii şi adversarii sistemului metric se înfruntă periodic. Între 1941 şi 1946, o serie de „scrisori către editori" apărute în „Civil Engineering", organ al Societăţii inginerilor civili din Statele Unite, conchid, cu o mare majoritate, în favoarea adoptării sistemului metric.

Anumiţi americani, deşi admit avantajele sistemului metric, nu vor totuşi să reţină din el decît caracterul său zecimal şi în consecinţă propun să se zecimalizeze măsurile, anglo-saxone ale căror unităţi ar conserva astfel valoarea lor actuală. Raportul britanic, la care ne-am referit, examinase şi el această posibilitate ; ea nu a fost reţinută, dat fiind că „confuzia şi dificultăţile care ar rezulta dintr-o astfel de hotărîre nu ar fi mult mai mici decît cele provocate de trecerea integrală la sistemul metric, fără să se aducă în schimb avantajele unei uniformităţi mondiale". Această hotărîre nu ar conduce, de altfel, decît la o soluţie incompletă. Într-adevăr, dacă de pildă, inchul se poate subdiviza în fracţiuni zecimale, în schimb crearea multiplilor zecimali sau, după cum s-a scris, „decamalizarea" acestei unităţi, apare în sistemul imperial actual ca practic irealizabilă.

Credem că hotărîrea de a abandona sistemul anglo-saxon în favoarea sistemului metric, depinde în mare parte de Statele Unite, dar cu cît trece timpul, cu atît dificultăţile unei asemenea reforme sporesc. Argumentele bazate pe tradiţie, invocate de cele mai multe ori pentru a justifica menţinerea sistemului imperial, au pierdut de mult întreaga lor valoare. Singurul obstacol important rămîne argumentul material, datorită nivelului dezvoltării industriale înaintate a Statelor-Unite şi Marii Britanii.

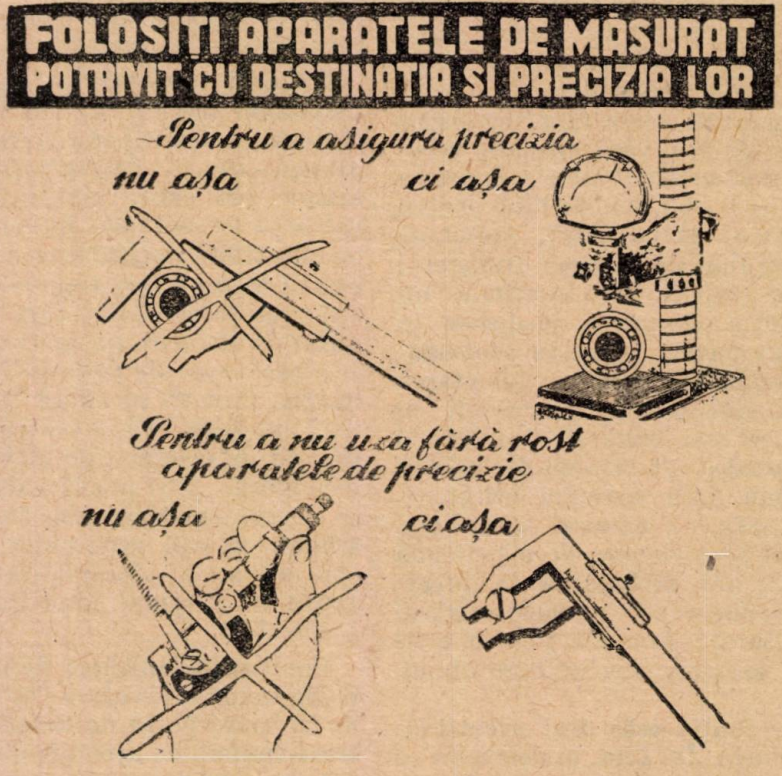
În timp ce unii consideră că reforma metrică devine din ce în ce mai problematică, ne putem totuşi întreba dacă apariţia unor noi elemente nu va duce la învingerea ultimelor şovăieli. Printre aceste elemente trebuie să menţionăm în mod special efortul de dezvoltare economică şi industrială ce se depune de către unele naţiuni mari, cum sînt R. P. Chineză şi India, care se orientează în mod hotărît către sistemul metric. Aceste perspective ar trebui să dea de gîndit partizanilor ireductibili ai sistemului de măsuri anglo-saxon.

De altfel, gîndindu-se la aceste perspective, preşedintele „Institutului de export" declara în noiembrie 1955 la Liverpool : „noi continuăm să facem lucrurile aşa cum le făceau părinţii şi bunicii noştri, fără să ţinem seama de faptul că între timp condiţiile mondiale s-au schimbat.... Sistemul imperial de măsuri şi greutăţi pe care statele Commenwealth-ului şi Statele Unite îl folosesc ca şi noi este depăşit în epoca noastră de calcul mecanic. Dacă vrem cu adevărat să menţinem comerţul nostru de export, de ce să nu înfăptuim schimbarea în favoarea sistemului metric, astfel cum o face India ? Unii gîndesc că este o idee prea îndrăzneaţă ; ea s-ar îndepărta de la tradiţiile britanice. Dar oare trebuie să aşteptăm pînea noastră de la conservatorism şi carnea de la tradiţie ? . . . trebuie să uităm epoca în care tot ce fabricam pentru piaţa internă trebuia să fie acceptat şi în străinătate şi trebuie să adoptăm o concepţie nouă, inversă : să facem ca piaţa noastră internă să accepte ceea ce fabricăm pentru export".

Aceste comentării realiste arată că trecerea la sistemul metric ar fi în definitiv o operaţie avantajoasă pentru anglo-saxoni.

Evoluţia actuală a condiţiilor mondiale apare deci ca factorul esenţial susceptibil de a modifica în mod favorabil poziţia în care anglo-saxonii au crezut că trebuie să se menţină pînă în prezent.

Perfecţionat în decursul timpului, pentru a se adapta progresului ştiinţei, sistemul stabilit în 1795 nu încetează, potrivit dorinţei creatorilor săi, să se afirme ca un sistem internaţional. Adaptarea de către toate popoarele a acestui limbaj universal în domeniul măsurilor nu va putea decît să înlesnească relaţiile lor reciproce.



Scara internațională a temperaturii și scara termodinamică

Prof. dr. I. PLĂCINȚEANU

В статье даются краткие сведения по развитию этого вопроса. Разбираются задачи настоящих и дальнейших работ по определению основных положений международной температурной шкалы (практической шкалы) и пересмотру определения расчётной шкалы Кельвина (термодинамической шкалы). Определяется, также, стадия в которой находится в настоящее время соответствующие работы в различных лабораториях всего света, а также дальнейшая программа исследований в этой области.

★

L'auteur débute par un bref compte rendu sur l'évolution du sujet. Il expose ensuite les problèmes relatives aux travaux présents ainsi qu'à ceux qu'on doit effectuer à l'avenir, ayant pour but la détermination des points fondamentaux de l'échelle internationale de température (l'échelle pratique) et la redéfinition de l'échelle théorique Kelvin (l'échelle thermodynamique).

On indique l'état actuel des traveaux dans les différents laboratoires du monde, ainsi que le programme des recherches à effectuer à l'avenir, en ce qui concerne ce problème.

1. EVOLUȚIA PROBLEMEI

Necesitatea cunoașterii cît mai precise a temperaturii reiese atît din motive teoretice cît și din motive practice. Motivele teoretice sînt scoase în evidență prin calculele teoretice ale temperaturii care cere ca datele ei să fie conținute în scara termodinamică (absolută) a temperaturii, ceea ce necesită cunoașterea temperaturii termodinamice. Pe de altă parte, operațiile de măsurare a temperaturii în vederea definirii unor anumite proprietăți fizice, cum sînt căldura specifică, densitatea, rezistența electrică etc., evidențiază motivele practice de realizare a unei scări de temperatură cît mai precisă.

În vederea satisfacerii necesităților practice, diversele laboratoare naționale, în asociere cu „Bureau International des Poids et Mesures" au elaborat o scară internațională de temperatură, în 1927, la a 7-a Conferință generală de măsuri și greutăți. În 1937 „le Comité Consultatif de Thermometrie" a sezisat Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți asupra unor lipsuri cu privire la determinarea temperaturii în scara internațională și a cerut revizuirea scării, ceea ce s-a efectuat în 1948. În adunarea consultativă din 1954 discuția s-a fixat asupra relației dintre scara internațională și scara termodinamică.

Scopul inițial al scării internaționale de temperatură a fost să se obțină o scară practică a temperaturii, ușor reproductibilă și cu o precizie suficientă și care să fie, pe cît posibil, identică cu scara termodinamică Celsius atît cît permite precizia măsurărilor cu termometrul cu gaz și reproductibilitatea cu termometrul cu rezistență de platină. Această situație a fost ușor modificată în scopul redefinirii scării absolute, la propunerea comitetului consultativ din iulie 1954 și acceptată la a 10-a conferință de măsuri și greutăți, în octombrie 1954.

J. P. Joule și N. Thomson au arătat în 1854 că este necesar un singur punct fix pentru definirea scării absolute și au precizat că dacă este cunoscută valoarea punctului zero, în grade absolute, în scara Celsius, cu o aproximație pînă la 0,1°C, atunci se poate defini scara termodinamică adoptîndu-se pentru ea acest punct drept punct de înghețare (punct de ghiață). În 1874 Mendeleev a propus o nouă scară care să aibă 1000° ca punct de înghețare, fără a încerca să unească scara termodinamică cu scările Celsius.

Valoarea punctului de înghețare al apei în grade absolute a fost cunoscută mult timp cu o aproximație de 0,1°C, dar aceasta nu mai satisface noile cerințe. Intervalul dintre 0 și 100°C poate fi reprodus cu o aproximație de 0,001°C. Dar pentru a defini gradul cu o asemenea precizie este necesar să se determine punctul de înghețare al apei, în scara absolută, cu o precizie de 0,0027°, ceea ce depășește

posibilitățile actuale. În 1939 s-a propus să se adopte ca punct fix, permanent, valoarea bine cunoscută a punctului de înghețare al apei, iar institutul Physikalisch — Technische Reichsanstalt a propus să se ia ca punct fix, punctul triplu al apei. Comitetul consultativ a fixat, în 1939, că cea mai bună valoare a punc-

Temperatura punctelor fixe repere internaționale și instrumente de interpolare

Temperatura de fierbere a oxigenului	Temperatura de topire a ghetii	Temperatura de fierbere		Temperatura de solidificare	
		a apei	a sulfului	a argintului	a aurului
182.970	0.0000	100.000	444.600	960.80	1063.0

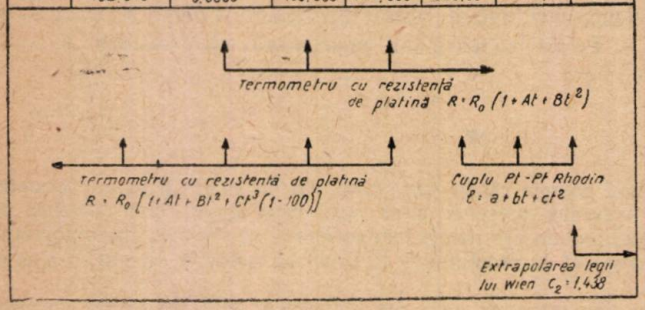


Fig. 1

tului de înghețare a apei în scara Kelvin era 273,15±0,02°K.

În 1948 comitetul consultativ a propus să se definească punctul zero al scării internaționale la 0,01°C sub punctul triplu al apei, iar în 1954 s-a propus, pentru acest punct, numele de „punct de înghețare al apei" și denumirea de „punct de topire a gheței" să se rezerve pentru temperatura realizată fizic în starea de echilibru între ghiață și apă. Discuțiile duse au scos în evidență două aspecte ale problemei : în primul rînd se constată că metoda propusă pentru definirea scării are avantajii pentru măsurări la temperaturi joase, cu termometrul cu gaz, în al doilea rînd, pentru temperaturi ridicate (meteorologice) este mai potrivită scara Celsius la care gradul poate fi definit cu aprox. de 0.001°C în intervalul fundamental (0—100°C), iar punctul zero să fie reproductibil cu aprox. de 0,0001°C. Pentru scara absolută gradul nu poate fi definit mai precis ca 1/27000 deoarece valorile comunicate de diverșii experimentatori pentru punctele de înghețare a apei, în scara termodinamică, variază între ele cu mai mult de 0,01°C. În schimb, pentru lucrările teoretice de termodinamică interesează numai temperatura absolută, astfel încît nu prezintă interes o determinare mai precisă ca 1/27000.

Tot în 1948 s-a desemnat o deosebire de opinii în comitetul consultativ cu referință la valoarea 273,16°K sau 273,17°K pentru punctul triplu al apei, dar rezoluția comitetului internațional de măsuri și greutăți s-a oprit la valoarea 273,16°K.

Rezoluția din 1948 a comitetului internațional nu a ratificat această hotărîre, stabilind :

„Comitetul consultativ acceptă principiul scării termodinamice cu un singur punct fix, și anume, punctul triplu al apei pure a cărui valoare, în grade absolute, va fi fixată mai tîrziu".

Introducerea acestei scări noi nu trebuie să afecteze, în nici un fel, folosirea scării internaționale, care rămîne scara practică recomandată.

În starea actuală a preciziei măsurărilor noua scară este identică cu scara termodinamică Celsius.

În 1952 comitetul consultativ a decis că nu este încă momentul să se recomande o valoare pentru punctul de înghețare a apei în scara absolută. Situația a rămas neschimbată pînă în 1954 cînd au venit mai multe propuneri de la diversele laboratoare care lucrau în această direcție. Astfel, laboratorul din Leida, Physikalisch Technische Reichsanstalt a propus pentru punctul de înghețare a apei valoarea 273,149°K în locul inițialului 273,158°K iar Massachusetts Institute of Technology valoarea 273,17°K. S-a ajuns astfel la concluzia că valoarea 273,15°K este admisibilă pentru punctul de înghețare a apei, respectiv valoare 273,17°K pentru punctul triplu al apei.

Faptul că diversele tabele termodinamice sînt construite pe valoarea 273,16°K pentru punctul de înghețare a apei, aceasta nu împiedică utilizarea lor, căci eroarea relativă este de 1/30000, deci neglijabilă.

În a 10-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți s-a adoptat rezoluția :

„Comitetul Consultativ de Termometrie recomandă ca scara termodinamică să fie definită cu ajutorul unui singur punct fundamental, anume, punctul triplu al apei.

După examinarea amănunțită a valorilor numerice obținute pînă în prezent, Comitetul Consultativ de Termometrie consideră că cea mai bună valoare pentru temperatura punctului triplu al apei este 273,16°K în scara termodinamică în uz pînă în prezent. În consecință, se recomandă ca temperatură a punctului triplu al apei, în scara termodinamică cu un singur punct fix, valoarea 273,16°K exact.

2. RELAȚIA DINTRE SCARA INTERNAȚIONALĂ ȘI SCARA KELVIN (TERMODINAMICĂ)

Dearece rezoluția din 1948 precizează că scara internațională nu trebuie părăsită, sîntem astăzi în prezența a două scări : scara termodinamică, bazată pe intervalul dintre zero absolut și punctul triplu al apei (273,16°K) și scara internațională, bazată pe intervalul dintre punctul de înghețare și fierbere a apei (100°). Pentru anumite probleme, cum este extrapolarea scării internaționale peste 1063°C cu ajutorul legii lui Planck, este nevoie de o scară „absolută", legată de scara interna-

țională, ceea ce se obține adăugînd 273,15° la temperatura exprimată în °C (Scara internațională 1948). În tabela următoare se arată trecerea de la o scară la alta.

Scara internațională	
Temperatura internațională →	Temperatura internațională Kelvin
t °C = grade Celsius (internațional 1948)	$T_{int} = t + 273{,}15$ exact °K = grade Kelvin (internațional 1948)
Scara termodinamică	
Temperatura termodinamică Celsius ←	Temperatura termodinamică Kelvin
$t_{ter} = T - 273{,}15$ exact °C = grade Celsius (termodinamic)	T °K = grade Kelvin.

Actualmente, gradele celor două scări sînt identice în extindere, dar totuși ele ar trebui, de fapt, să fie puțin diferite. Cu timpul însă această diferență,prin perfecționarea măsurărilor, e de așteptat să devină apreciabilă. Se pune deci întrebarea dacă nu e cazul să se acorde, între ele, cele două scări. Aceasta ar fi posibil alegîndu-se punctul de fierbere ca un punct „principal" în loc de „fundamental".

3. LUCRĂRI NOI ASUPRA SCĂRII INTERNAȚIONALE A TEMPERATURII

Cu toate că există unele nepotriviri în textu din1948, Comitetul internațional a hotărît să nu se facă nicio schimbare pînă în anul 1960.

O schimbare importantă privește partea radiativă din scară (peste 1063°C). În 1952 Comitetul consultativ a recomandat ca să nu se limiteze lungimea de undă la regiunea vizibilă. Problema nu prezintă importanță atît timp cît măsurările se fac cu pirometrul optic, dar va deveni acută cînd vor fi utilizate metode electrice pentru realizarea scării.

Lucrările pregătitoare pentru revizuirea din 1960 se orientează pe două linii. Una din aceaste linii constă în extinderea scării sub punctul oxigenului, pînă aproape de punctul de fierbere a hidrogenului. La astfel de temperaturi diferențele dintre diversele eșantioane de platină, ca termometre cu rezistență, devin mai serioase decît la temperaturi înalte. Aceasta se datorește faptului că „rezistența reziduală" de care se apropie rezistența termometrului, cu cît ne apropiem de zero absolut, variază mai puternic cu puritatea chimică și condițiile fizice ale firului. Diferitele termometre cu platină au fost calibrate ca instrumente speciale sub punctul hidrogen, dar nu s-a putut stabili o lege generală. Se lucrează la strîngerea noilor date.

O regiune a scării care trebuie studiată amănunțit este cuprinsă între punctul sulfului (444,600°C) și punctul aurului (1063°C). Această parte a scării este împărțită în două : pînă la 630,5°C este obținută prin extrapolarea legii termometrului cu rezistență bazată pe punctul de topire a gheții, de fierbere a apei și a sulfului, în timp ce peste această temperatură depinde de termocuplul cu 10 % rodium-platină, folosindu-se o ecuație patratică bazată pe observațiile punctelor antimoniului, argintului și aurului. Există o discontinuitate la 630,5°C care a fost eliminată în 1948 prin schimbarea valorii acceptate pentru punctul argintului, de la 960,5 pînă la 960,8°C.

În măsurările efectuate pînă la punctul aurului, la Physikalisch — Technische Reichsanstalt la National Physical Laboratory și, mai recent, la Institutul Mendeleev de Metrologie din Leningrad, rezultatele sînt satisfăcător de concordante și conduc la valoarea 960,9°C pentru punctul argintului dacă ecuațiile sînt normate astfel încît să se ia valoarea 1063°C pentru punctul aurului. Simpla extrapolare a legii patratice de la punctul sulfului conduce la valoarea de aproximativ 1062°C pentru aur. S-au hotărît, de asemenea, să se studieze posibilitatea extinderii scării termometrului cu rezistență pînă la 1063°C. În acest scop este necesar să se aleagă punctele fixe necesare etalonării, valorile acceptabile pentru aceste puncte, formula de extrapolare cea mai potrivită și metoda de manipulare a termometrului cu rezistență dincolo de această valoare a temperaturii.

La National Research Council din Ottawa (1955) s-au făcut studii asupra punctului de solidificare a zincului folosindu-se opt termometre cu rezistență, dintre care șapte au fost etalonate la National Bureau of Standards și al optulea la National Physical Laboratory, obținîndu-se valori în intervalul de la 419,499°C și 419,509°C, valoarea medie fiind luată egală cu 419,504°C. Institutul Mendeleev din Leningrad ia ca valoare 419,509 $\pm$ 0,03°C. Cu toate că aceste măsurări au fost făcute cu eșantioane de zinc diferite, deosebirea nu poate fi atribuită diferitelor impurități ale zincului ci, mai curînd, imperfecțiunilor de realizare a scării. Acest rezultat pune chestiunea dacă punctul de solidificare a zincului, sau punctul de fierbere a sulfului, trebuie luat ca punct fix al scării internaționale, ceea ce necesită un studiu amănunțit asupra reproductibilității acestor două puncte.

În ultimul timp s-a pus la îndoială și siguranța valorii 1063°C pentru punctul aurului, din cauza discrepanțelor dintre valorile obținute pentru constanta C_2 a lui Planck, prin măsurători de radiație și din constantele atomice. Pentru soluționarea acestei probleme s-au construit noi termometre cu gaz, la Physikalisch Technische Bundeanstalt și se speră să se obțină valori pînă la cîteva zecimi de grad. La Institutul Mendeleev și la Universitatea din Tokyo

se lucrează la termometre cu gaz pentru temperaturi ridicate. Din Tokyo se comunică valoarea 961,28°C pentru punctul argintului și 1063,69°C pentru punctul aurului (1956).

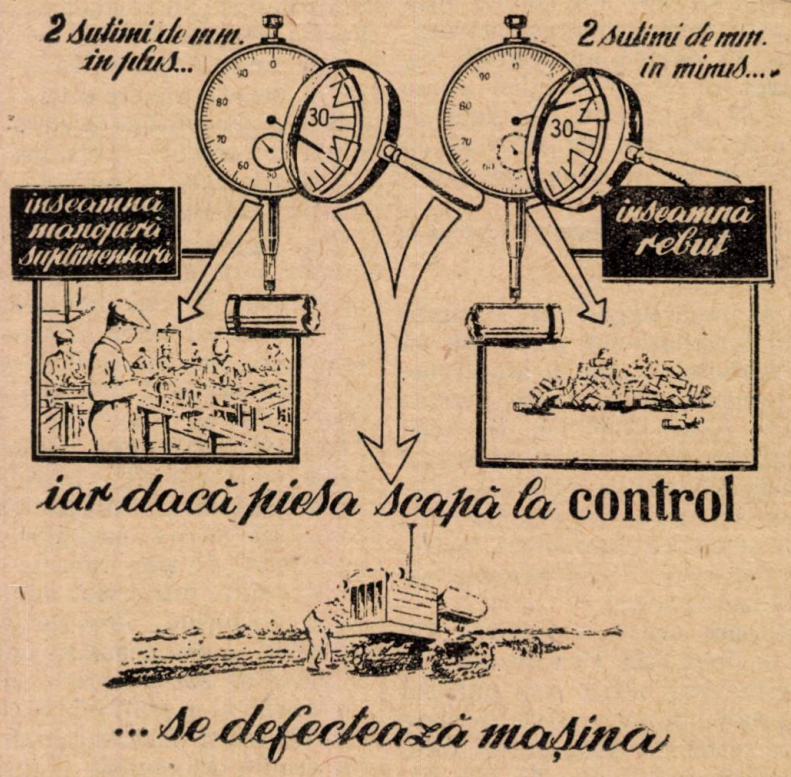
Toate termometrele cu rezistență folosite la temperaturi înalte prezintă același inconvenient : elementul sensibil este prea mare pentru a fi folosit ca instrument standard pentru etalonarea altor instrumente. Un termometru cu rezistență de platină, de exemplu, are o capacitate calorică prea mare pentru ca să poată fi utilizat la măsurarea temperaturii unui corp negru mic, la 1063°C ; astfel el nu poate fi folosit ca element sensibil la un pirometru optic etalon, utilizabil la această temperatură.

Pe de altă parte, zero-ul termometrelor cu rezistență variază după o întrebuințare de cîteva ore la punctul de solidificare a aurului. Toate aceste constatări arată că nu este indicată folosirea termometrelor cu rezistență ca etalon, peste 1063°C.

Se fac acum încercări de extindere a scării folosindu-se detectori foarte sensibili, cum sînt cei utilizați pentru măsurări în regiunea infra — roșie a spectrului.

În concluzie, după recomandarea Comitetului Consultativ de Termometrie din 1954, se caută o redefinire a scării de temperatură termodinamică, ceea ce conduce la un program de cercetări care să facă posibilă determinarea unei scări practice acoperind regiunea importantă dintre 20°K și 90°K sau, cum enunță hotărîrea Comitetului consultativ, „să se revizuiască scara internațională a temperaturii, între punctele sulfului și aurului, în scopul de a se obține o mai bună reproductibilitate, o mai bună continuitate și o mai bună concordanță cu scara termodinamică".

(După : J. A. Hall „Scara internațională de temperatură și redefinirea scării Kelvin", Brt. J. App. Physics, V. 7, nr. 7, 1956, pag. 233)



Reglarea automată a debitelor de fluide în industrie

Ing. L. BADEA

Поддерживание расходов жидкостей на постоянном уровне обеспечивает соблюдение материального баланса установою и способствует таким образом качественному и количественному повышению производства.

Дается описание конструктивных деталей автоматического расходного регулятора и производится классификацня расходных регуляторов. Рассматриваются, конструктивно и с рабочей точки зрения несколько современных, распространенных в промышленности типов регуляторов с применением автоматической регулировки расхода.

★

La constance du débit des fluides assure la réalisation du bilan de matériaux des installations et, par conséquant, contribue a accroître la production, du point de vue quantitatif et qualitatif.

L'auteur décrit les éléments constructifs du régulateur automatique du débit, dont il fait une classification.

Il analyse ensuite, du point de vue de la construction et du fonctionement, certains types de régulateurs modernes plus répendus dans l'industrie, avec application du réglage automatique du débit.

Menţinerea constantă a debitelor gazelor şi lichidelor asigură respectarea bilanţului de materiale al instalaţiilor, contribuind, printre altele, la ridicarea calităţii produselor, mărirea randamentelor utilajelor şi agregatelor şi reducerea preţului de fabricaţie.

Producţia industrială modernă necesită, în măsură crescîndă, instalaţii automatizate, în cadrul cărora regulatoarele automate de debit au un rol important.

În cazul fluidelor compresibile care circulă printr-o conductă, debitul depinde de doi factori: presiunea şi viteza. Controlul debitului se face prin controlul unuia din aceşti doi factori, mai frecvent prin controlul vitezei.

În cazul fluidelor incompresibile, debitul este dependent numai de un singur factor: viteza. Controlul debitului se face prin controlul vitezei.

Reglarea automată a debitului este oarecum diferită de celelalte reglări. Cea mai importantă deosebire constă în faptul că fluidul nu posedă aproape nicio capacitate de înmagazinare a energiei. Debitul fluidului este în funcţie directă de poziţia organului de reglare la o anumită frecvenţă.

Un *regulator automat* de debit, în cazul general (fig. 1), este format dintr-un *aparat de măsurat* (care cuprinde *elementul de captare* şi *dispozitivul de determinare*), un *dispozitiv de comparare*, un *dispozitiv de comandă* şi un *dispozitiv de reglare* (care cuprinde *mecanismul de acţionare* şi *organul de reglare*).

Elementul de captare este în contact ca fluidul şi transformă orice variaţie a acestuiu într-un impuls.

Dispozitivul de determinare transformă impulsul primit de la elementul de captare într-o

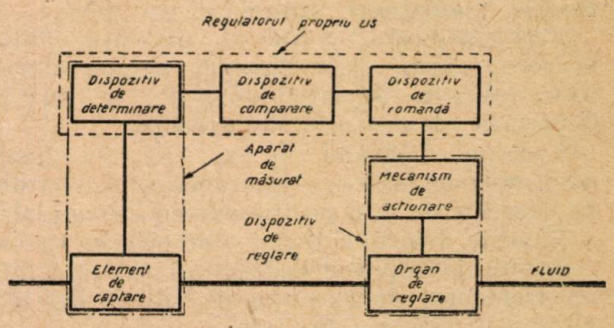


Fig. 1. Elementele constructive ale regulatorului automat de debit

inducţie a valorii debitului şi o transmite dispozitivului de comparare.

Dispozitivul de comparare are rolul de a compara valoarea debitului, măsurată de aparatul de măsurat, cu valoarea dorită fixată în prealabil şi de a transmite diferenţa acestor valori dispozitivului de comandă.

Dispozitivul de comandă acţionează asupra dispozitivului de reglare în raport cu variaţia debitului.

Mecanismul de acţionare (servomotor) deplasează organul de reglare.

Organul de reglare (elementul final de reglaj) modifică direct valoarea debitului.

În construcţia regulatoarelor automate de debit cea mai largă utilizare o au următoarele elemente şi dispozitive:

—elemente de captare; diafragmele, duzele şi tuburile Venturi;

—dispozitive de determinare (manometre diferenţiale şi dintre acestea manometrul diferenţial cu flotor şi mercur şi balanţa inelară);

—dispozitive de comandă (ajutajul cu obturator şi contactor electric şi releele pneumatice, hidraulice şi electrice);

mecanisme de acţionare (membrane cu resort, membrane fără resort, electromotor, magnet);

—organe de reglare (ventil cu 2 scaune. ventil cu un scaun şi paletă—ventil fluture).

CLASIFICAREA REGULATOARELOR AUTOMATE DE DEBIT

Frecvent, regulatoarele automate se clasifică *după tipul reglării*:

Reglare integrală $\frac{d\delta}{dt} = \alpha\Theta$ (1)

Reglare diferenţială $\frac{d\delta}{dt} = \beta \frac{d\Theta}{dt}$ (2)

Reglare diferenţială $\frac{d\delta}{dt} = \gamma \frac{d^2\Theta}{dt^2}$ (3

unde: δ — deplasarea elementului de execuţie
Θ — deviaţia debitului
t — timpul
α, β, γ — constante.

În procesele industriale se utilizează următoarele regulatoare automate de debit:

Regulator cu două poziţii (de maxim şi minim) la care nu există nicio dependenţă matematică între valoarea deviaţiei debitului şi variaţia deplasării elementului de execuţie.

Variaţia debitului de la valoarea fixată determină deplasarea instantanee a elementului de execuţie de la o poziţie extremă la cealaltă.

Valorile debitului reglat sînt ciclice, variind continuu deasupra şi dedesubtul valorii fixate, iar elementul de execuţie închide şi deschide alternativ trecerea fluidului.

Datorită construcţiei lor simple, asemenea regulatoare sînt folosite adesea în procesele care nu necesită o reglare riguroasă a debitului.

Regulator integral (regulator *I*, regulator astatic) care se bazează pe ecuaţia (1), este rareori folosit în industrie datorită fenomenelor de instabilitate pe care le prezintă.

Regulator proporţional (regulator P, regulator static), care se bazează pe ecuaţia (2) este în mare măsură utilizat în industrie, datorită stabilităţii sale. Dezavantajul unui asemenea regulator constă în existenţa deviaţiilor permanente ale valorilor debitului reglat şi oscilarea acestor valori pînă la stabilirea echilibrului.

Regulatorul proporţional şi integral (regulatorul *P I*) bazat pe ecuaţia

$$\frac{d\delta}{dt} = \rho\Theta + \beta\frac{d\Theta}{dt} \qquad (4)$$

— unde ρ — este o constantă

— are o largă aplicabilitate în industrie datorită faptului că este stabil şi nu prezintă deviaţii permanente.

Regulatorul proporţional şi diferenţial (regulatorul *P D*) bazat pe ecuaţia

$$\frac{d\delta}{dt} = \beta\frac{d\Theta}{dt} + \eta\frac{d^2\Theta}{dt^2} \qquad (5)$$

— unde η — este o constantă

— se foloseşte în special în cazul proceselor discontinui şi prezintă avantajele stabilităţii şi unui timp mort scurt.

Regulatorul proporţional, diferenţial şi integral (regulatorul *P D I*) se bazează pe ecuaţia:

$$\frac{d\delta}{dt} = \rho\,\Theta + \beta\frac{d\Theta}{dt} + \eta\frac{d^2\Theta}{dt^2} \qquad (6)$$

Asemenea regulatoare se utilizează pentru cazurile cele mai complicate de reglare, prezentînd o stabilitate maximă, timp mort scurt şi lipsa deviaţiilor permanente.

După *acţiunea de reglare*, regulatoarele automate de debit se clasifică în:

regulatoare cu acţiune directă care nu folosesc energie externă pentru deplasarea elementului de execuţie şi

regulatoare cu acţiune indirectă care folosesc energie externă pentru deplasarea elementului de execuţie.

Regulatoarele cu acţiune directă sînt de obicei de tip proporţional şi se folosesc pentru reglări locale.

Regulatoarele cu acţiune indirectă se folosesc pe scară largă pentru reglare la distanţă şi se clasifică, după felul energiei externe, în: pneumatice, hidraulice şi electrice.

Regulatoarele pneumatice, folosesc ca energie externă presiunea aerului comprimat (2—6 kgf/cm²). Principalele avantaje ale acestor regulatoare sînt: precizie ridicată, siguranţă în exploatare, manipulare uşoară, întreţinere simplă, permit adaptări pentru alţi parametri. Regulatoarele pneumatice nu prezintă pericol de incendiu sau explozie şi nu necesită o instalaţie anexă complicată.

Dezavantaje: execuţie de mare precizie şi necesitatea folosirii de dispozitive de transmitere, pentru distanţe mari.

Se construiesc regulatoare de debit, pneumatice, de tip: cu 2 poziţii, *P*, *PI*, *P D* şi *P D I*.

Regulatoarele hidraulice, folosesc ca energie externă presiunea uleiului (circa 6 kgf/cm²).

Principalele avantaje pe care le prezintă aceste regulatoare sînt: siguranţă în exploatare, manipulare uşoară, întreţinere şi reparare simplă. De asemenea, ele nu necesită o instalaţie anexă complicată.

Dezavantaje: necesită o execuție de mare precizie, prezintă pericol de incendiu și sînt mult mai voluminoase decît regulatoarele pneumatice.

Regulatoarele de debit hidraulice pot fi de tip cu 2 poziții, *P*, *P I*, *P D* și *P D I*.

Regulatoarele electrice, folosesc ca energie externă curentul electric.

Avantajele acestor regulatoare sînt: posibilitatea folosirii la mari distanțe și instalații auxiliare simple.

Dezavantaje: întreținere complicată, prezintă pericol de incendiu și explozie și nu prezintă siguranță în exploatare.

De obicei, regulatoarele electrice de debit se construiesc de tip cu 2 poziții.

După *montaj* regulatoarele de debit se clasifică în:

regulatoare locale și
regulatoare de distanță.

Controlul centralizat al parametrilor proceselor industriale, în vederea automatizării, necesită, în mare măsură regulatoare de distanță.

DESCRIEREA UNOR TIPURI DE REGULATOARE AUTOMATE DE DEBIT

În cele ce urmează vor fi descrise cîteva tipuri de regulatoare, care în prezent au o largă răspîndire în industrie.

Regulatorul pneumatic, reprezentat schematic în fig. 2, de tipul P D I, este frecvent întîlnit în instalații de prelucrarea petrolului și gazelor naturale, instalații chimice anorganice și organice de sinteză, termocentrale, instalații alimentare, instalații de condiționarea aerului etc.

Regulatorul funcționează în modul următor:

Aerul comprimat cu presiunea 2—6 kgf/cm² trece prin reductorul de presiune (1), presiunea acestuia fiind redusă de obicei la 1,1 kgf/cm², apoi prin filtrul (2) pentru îndepărtarea umidității și prafului. Din filtrul (2) aerul comprimat, a cărui presiune este indicată de manometrul (3), intră simultan în camera *a* a releului primar R.P prin orificiul de admisie (4) și în camera *b* prin strangularea (5) și de aici la ajutajul (6) închis în obturatorul (7).Deplasarea obturatorului (7) cu circa 0,05 mm determină variația presiunii în camera *b* de la 0 la valoarea maximă.

Cînd debitul fluidului, care trece prin diafragma D, crește peste valoarea fixată,presiunea diferențială din cele două vase (15) și (16) crește de asemenea, flotorul (18) se ridică, mecanismul de transmitere (19) face ca acul indicator al valorilor măsurate (20) să se depărteze de acul indicator al valorilor fixate (21) iar obturatorul (7) se deplasează la dreapta datorită sistemului de pîrghii (23). Ajutajul (6) fiind deschis, presiunea în camera *b* scade la 0 și tija (10), conectată la burdoanele (8) și (9), se deplasează în sus, ventilul (11) închizînd orificiul de evacuare (14).

Aerul comprimat din camera *a* iese în atmosferă.

Presiunea aerului deasupra membranei (24), măsurată cu manometrul (38), scade și ventilul

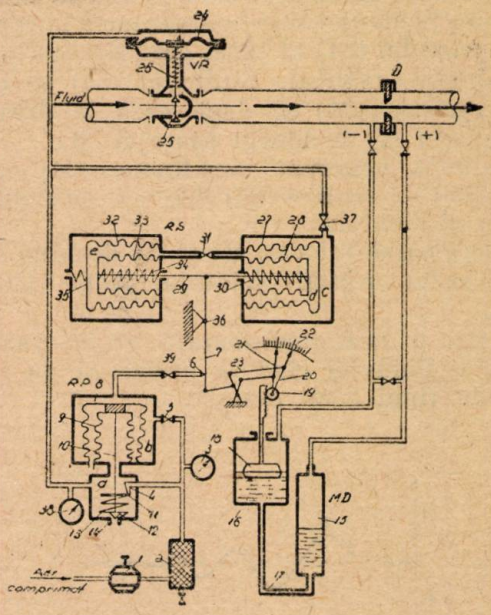


Fig. 2. Schema regulatorului de debit pneumatic

D — diafragmă; *MD* — manometru diferențial; *R P* — releu primar; *RS* — releu secundar; *VR* — ventil de reglare; *1*. reductor de presiune; *2* — filtru; *3* — manometru; *4* — orificiu de admisie; *5* — strangulare; *6* — ajutaj; *7* — obturator *8, 9* — silfon; *10* — tijă; *11* — ventil plat; *12* — ventil conic; *13* — resort; *14* — orificiu de evacuare; *15* — vas de presiune ridicată (+); *16* — vas de presiune scăzută (−); *17* — tub de legătură; *18* — flotor; *19* — mecanism de transmitere; *20* — indicator al valorilor măsurate; *21* — ac indicator al valorilor fixate; *22* — cadran; *23* — sistem de pîrghii; *24* — membrană; *25* — ventil cu două scaune; *26* — resort; *27, 28* — silfon; *2* — tijă; *30* — resort; *31* — ventil; *32, 33* — silfon; *34, 35* resort; *36* — știft; *37* — ventil; *38* — manometru; *39* — ventil de închidere.

cu 2 scaune (25) închide orificiul de trecere al fluidului, sub acțiunea resortului (26).

Cînd obturatorul (7) inchide ajutajul (6), ca urmare a scăderii debitului, presiunea aerului comprimat în camera *b* crește și burdoanele (8) și (9) se comprimă. Tija (10) se deplasează în jos, ventilul (11) deschide orificiul de admisie (4) și ventilul (12) închide orificiul de evacuare (14).

Presiunea aerului deasupra membranei (24) crește, iar ventilul (25) deschide orificiul de trecere al fluidului.

Releul secundar (R S) funcționează în modul următor:

Cînd obturatorul (7) închide ajutajul (6) presiunea aerului crește și în camera *c* a releului secundar (*R S*) și se transmite prin lichidul care umple spațiul dintre burdoanele (27) și (28). Tija (29) se deplasează la stînga, depărtînd obturatorul (7) de ajutajul (6) la o distanță aproape egală cu aceea cu care l-a apropiat sistemul de pîrghii (23).

Presiunea aerului deasupra membranei (24) scade și ventilul (25) închide corespunzător orificiul de trecere al fluidului, scurt timp după

ce acesta a fost deschis ca urmare a funcționării releului primar (*R P*).

Creșterea presiunii în camera *c* a releului secundar (*R S*) determină, simultan cu deplasarea spre stînga a tijei (29), creșterea presiunii lichidului din camera *d*, ceea ce are ca urmare scurgerea lichidului din această cameră în camera *e* prin ventilul (31) al cărui grad de deschidere se stabilește manual. Burdonul (33) se comprimă și tija (29) se deplasează la dreapta, obturatorul (7) închizînd ajutajul (6).

Presiunea deasupra membranei (24) crește și ventilul de reglare (25) deschide orificiul de trecere al fluidului.

Funcționarea releului secundar decurge similar în cazul creșterii debitului peste valoarea fixată.

În fig. 3 este reprezentată grafic variația debitului fluidului cînd se utilizează un regulator de tipul celui descris.

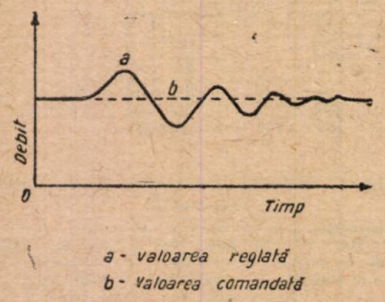


Fig. 3. Variația debitului la regulatorul de tipul P. D. I.

Din expunerea de mai sus rezultă că poziția ventilului (25), deci și debitul fluidului care trece prin ventilul de reglare (V R), depinde de presiunea aerului exercitată asupra membranei (24), aceasta la rîndul său fiind determinată de poziția obturatorului (7). Deplasarea obturatorului (7) este proporțională cu deplasarea acului indicator (20) față de acul indicator (21) (ca urmare a deviației debitului) și cu mărimea stabilită a zonei de reglare. Mărimea zonei de reglare se stabilește prin mărimea deplasării obturatorului (7) de către tija (29) cu ajutorul știftului (36). Fiecare poziție a acestuia corespunde unei mărimi determinate a zonei de reglare. Viteza de deplasare a obturatorului (7), care influențează timpul mort, depinde de viteza de scurgere a lichidului din camera *d* în camera *e*, iar aceasta de gradul de deschidere al ventilului (31), denumit rezistență integrală și de diferența de presiune dintre camerele *d* și *e* care la rîndul său este determinată de deviația debitului.

În absența deviațiilor, presiunile lichidului din camerele *d* și *e* sînt egale, tija (29) se află în poziția de mijloc și acele indicatoare (20) și (21) coincid.

Viteza de deplasare a obturatorului (7) și mărimea zonei de reglare se stabilesc pentru fiecare proces în parte.

Regulatorul de debit descris, în forma cea mai obișnuită, este de tipul P I. Precizia unui astfel de aparat este ± 0,5... ± 1,5 %.

Pentru reglări și mai precise se prevede regulatorul cu un ventil denumit rezistență diferențială care are rolul de a asigura funcția diferențială.

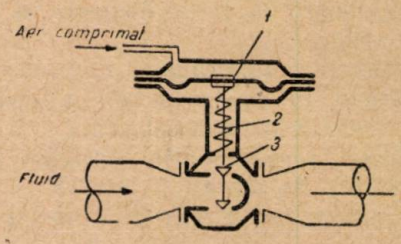


Fig. 4. Ventil de reglare cu membrană
1. membrană; *2.* resort; *3.* ventil cu două scaune.

Regulatorul devine de tipul P D I, putînd funcționa și ca P I și ca P D.

Ventilul de închidere (39) permite utilizarea regulatorului la reglări manuale la care deplasarea ventilului (25) se face prin manipularea reductorului de presiune (1).

În unele cazuri, cînd ventilul de reglare este montat pe altă conductă decît diafragma, este necesar ca la creșterea presiunii aerului deasupra membranei, ventilul să închidă orificiul de trecere, micșorînd debitul fluidului. Construcția unui astfel de ventil de reglare este reprezentată în fig. 4.

Regulatorul hidraulic, reprezentat în fig 5, este de tipul P D I. El asigură reglarea debitului cu o precizie de ± 0,5 ... ± 1,5 %.

Aparatul funcționează în modul următor:

Dacă debitul fluidului care trece prin diafragma D crește peste valoarea fixată, presiunea diferențială între cele două camere, de o parte și de alta a membranei (1), crește și membrana se deplasează la stînga.

Ejectorul (2) conectat la tija (3) se deplasează de asemenea la stînga. Lichidul de comandă (ulei) cu presiunea 5—6 kgf/cm² de la pompa (4) trece din ejector prin canalul *a* în camera *c* a amplificatorului (A), deplasînd pistonul (5) la stînga. Simultan lichidul de la pompa (4) intră în amplificator prin deschiderea *d* și trece de aici prin deschiderea *e* și ventilul (6) în partea dreaptă a cilindrului auxiliar (*C A*). Presiunea lichidului care pătrunde în cilindrul (*C A*) determină deplasarea pistonului (7) spre stînga și evacuarea lichidului în partea dreaptă a cilindrului (*C*). Pistonul (8) se deplasează spre stînga și paleta (*P*) micșorează secțiunea de trecere a fluidului.

Lichidul din partea stîngă a cilindrului (*C*) este împins prin deplasarea pistonului (8) în amplificatorul *A* prin deschiderea *f* și de aici trece prin deschiderea *h* în rezervorul (10) în vederea recirculării. Deplasarea spre stînga a pistonului (7) întinde resortul (11), concomi

tent cu aceasta ejectorul (2) fiind readus la poziția sa inițială cu ajutorul sistemului de pîrghii (12).

Lichidul din partea dreaptă a cilindrului ($C\,A$) trece în partea stîngă prin ventilul (15),

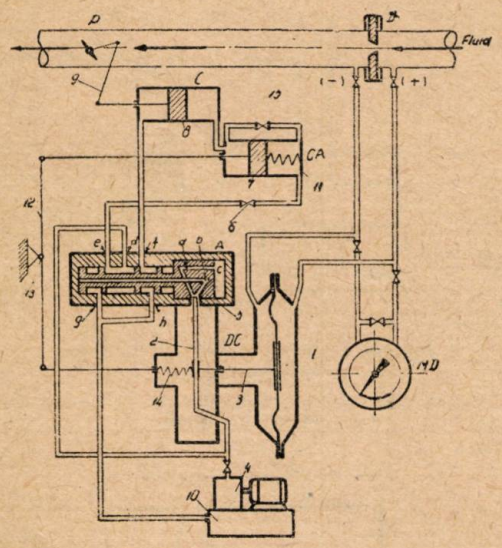


Fig. 5. Regulator de debit hidraulic

D – diafragmă; *MD* – manometru diferențial; *DC* – dispozitiv de comandă; *C A* – cilindru auxiliar; *C* – cilindru; *P* – paletă; *1* – membrană; *2* – ejector; *3* – tijă *4* – pompă; *6* – piston; *6* – ventil; *7,8* – piston; *9* – sistem de pîrghii; *10* – rezervor; *11* – resort; *12* – sistem de pîrghii; *13* – știft; *14* – resort; *15* – ventil.

aflîndu-se la o presiune mai ridicată ca urmare a întinderii resortului (11).

Simultan, pistonul (7) se deplasează spre dreapta producînd deplasarea ejectorului (2) spre stînga. Are loc o închidere suplimentară a secțiunii de trecere a fluidului de către paleta (P).

Scăderea debitului care trece prin diafragma (D) determină deplasarea ejectorului (2) spre dreapta. Lichidul de la pompa (4) trece simultan prin canalul *b* în partea stîngă a camerei *c*, deplasînd pistonul (5) la dreapta și în amplificatorul A prin deschiderea *d*. Din amplificator lichidul trece prin deschiderea *f* în partea stîngă a cilindrului (C), deplasînd pistonul (8) la dreapta. Paleta (P) mărește secțiunea de trecere a fluidului.

Lichidul din partea dreaptă a cilindrului (C) este împins în partea stîngă a cilindrului auxiliar (CA) deplasînd pistonul (7) la dreapta. Lichidul din partea dreaptă a cilindrului ($C\,A$) trece, prin ventilul (6) și deschiderea *e*, în amplificatorul (A) și de aici, prin deschiderea *g*, în rezervorul (10), în vederea recirculării.

Deplasarea la dreapta a pistonului (7) readuce ejectorul (2) la poziția sa inițială.

Concomitent cu trecerea lichidului, din partea dreaptă a cilindrului (C) prin deplasarea cilindrului (8), are loc și trecerea lichidului din partea stîngă în partea dreaptă a cilindrului ($C\,A$) prin ventilul (15). Pistonul (7) se deplasează la stînga determinînd deplasarea ejectorului (2) spre dreapta. Astfel, are loc o mărire suplimentară a secțiunii de trecere a fluidului de către paleta (2).

Debitul care trece prin diafragma (D) este măsurat cu manometrul diferențial ($M\ D$).

Ventilul (15) este denumit rezistență integrală și ventilul (6) rezistență diferențială.

Variația debitului fluidului, cînd se utilizează un astfel de regulator, este reprezentată în fig. 3.

Regulatorul de debit electric, reprezentat în fig. 6, este de tipul cu 2 poziții și reprezintă una dintre cele mai simple construcții.

Dispozitivul de comandă al aparatului este format din contactul de maxim (1), contactul de minim (2) și acul indicator (3), alimentate cu curent de la rețea.

Aparatul de măsurat, de obicei manometru diferențial, poate fi de orice tip.

Creșterea debitului deasupra intervalului stabilit determină stabilirea contactului de maxim și motorul electric (4) deplasează ventilul (5) în sensul închiderii orificiului de trecere, pînă cînd debitul scade sub valoarea maximă fixată.

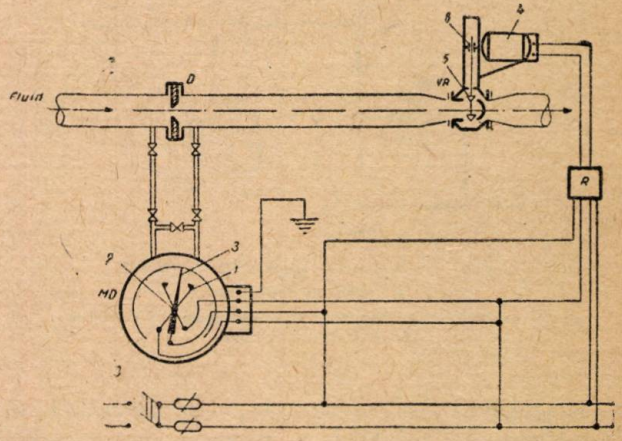
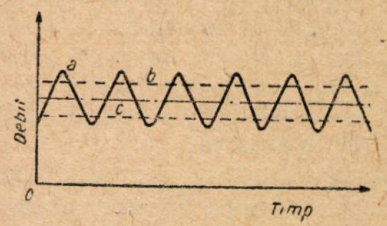


Fig. 6. Schema regulatorului electric

D – diafragmă; *MD* – manometru diferențial; *VR* – ventil de reglare; *R* – releu; 1 – contact de maxim; *2* – contact de minim; *3* – ac indicator; – 4 motor electric; *5* – ventil cu două scaune; *6* – dispozitiv de transmitere.



a · valoarea reglată

b · valoarea fixată maximă

c valoarea fixată minimă

Fig. 7. Variația debitului la regulatorul cu două poziții

Scăderea debitului sub valoarea minimă fixată determină stabilirea contactului de minim și motorul electric (4) deplasează ventilul (5) în sensul închiderii orificiului de trecere pînă cînd debitul crește peste valoarea minimă fixată.

În fig. 7 este reprezentată grafic variația debitului la un asemenea regulator.

APLICAȚII ALE REGULATOARELOR AUTOMATE DE DEBIT IN INDUSTRIE

În general reglarea automată a debitului fluidelor este necesară în conductele de reflux ale pompelor și compresoarelor și în conductele de alimentare ale unor instalații, agregate și utilaje.

În cele ce urmează vom descrie cîteva aplicații mai răspîndite ale reglării automate a debitului fluidelor.

Nu ne vom ocupa de instalarea regulatorului propriu zis în funcție de poziția conductei, natura fluidului, corosivitate etc., fiind valabile recomandările pentru debitmetre tratate într-o lucrare anterioară*).

În fig. 8 este reprezentat modul reglării debitului de lichid al unei pompe rotative.

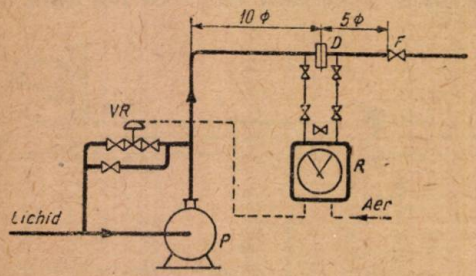


Fig. 8. Reglarea debitului de lichid al pompei rotative

P – pompă; *R* – regulator; *D* – diafragmă; *VR* ventil de reglare; *F* – fiting.

Diafragma de măsurat(D) este instalată pe conducta de refulare a pompei, iar ventilul de reglare (V R) pe o conductă de ocolire. Debitul fluidului este reglat prin variația debitului recirculat în conducta de ocolire.

Se recomandă ca înaintea diafragmei să existe o porțiune de conductă dreaptă și lipsită de fitinguri, egală cu de zece ori diametrul interior al conductei, iar după diafragmă pînă la primul fiting o lungime de conductă egală cu de cinci ori diametrul.

Sistemul se aplică în cazul pompelor rotative care prezintă variații în debitul de refulare, ca rezultat al variației presiunii în conductele de refulare sau a vitezei de rotație a pompei.

În fig. 9 este reprezentat modul de reglare al debitului de lichid al unei pompe cu abur.

Regulatorul asigură un debit constant în conducta de refulare a pompei prin reglarea debitului de abur care alimentează pompa.

În fig. 10 este reprezentat modul de reglare al debitului de fluid al unei pompe centrifuge.

Ventilul de reglare este instalat pe conducta de refulare, după diafragmă.

*) Badea L., Metrologia aplicată nr. 8/1956, pag. 9.

În fig. 11 este reprezentat modul de reglare al debitului unui fluid în conducte.

Ventilul de reglare poate fi instalat, fie înainte de diafragmă (*A*), fie după aceasta (*B*) avîndu-se în vedere respectarea lungimilor de conductă dreaptă înainte și după diafragmă.

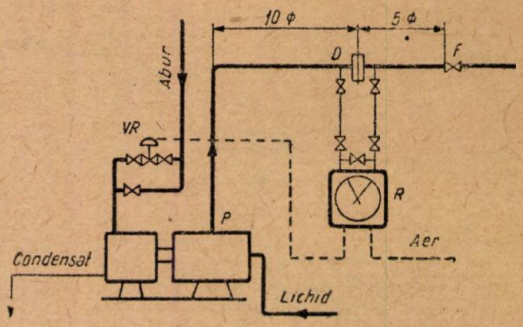


Fig. 9. Reglarea debitului de lichid al pompei cu abur

P – pompă; *R* – regulator; *D* – diafragmă; *VR* – ventil de reglare; *F* – fiting.

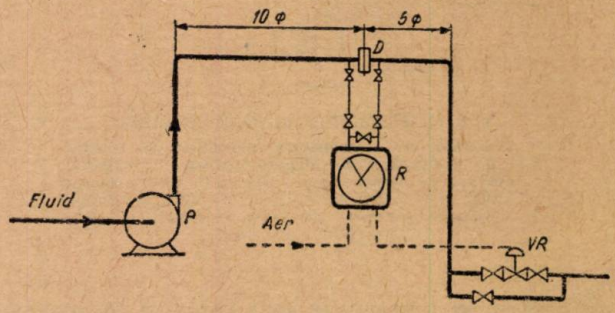


Fig. 10. Reglarea debitului de fluid al pompei centrifuge

P – pompă; *R* – regulator; *D*—diafragmă; *VR* – ventil de reglare.

În schemele din fig. 11 s-a reprezentat conducta de ocolire a ventilului de reglare în forma sa cea mai cunoscută. Instalarea diafragmei și

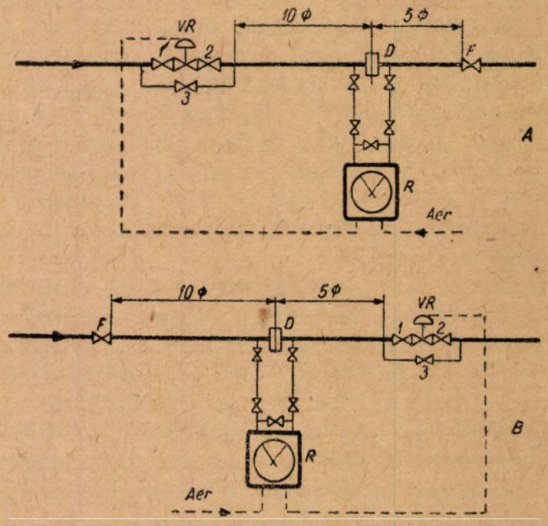


Fig. 11. Reglarea debitului de fluid în conducte.

R – Regulator; *D* – diafragmă; *VR* – ventil de reglare; *F* – fiting; *1, 2, 3* – robinete cu ventil.

a ventilului de reglare în modul indicat, prezintă avantajul că ventilul de reglare poate fi schimbat fără a se întrerupe măsurarea debi-

tului care trece prin diafragma (*D*) prin închiderea robinetelor (1) şi (2)şi deschiderea robinetului (3). Dezavantajul constă în faptul că este necesară întreruperea fluidului în timpul schimbării diafragmei.

În fig. 12 sînt reprezentate alte moduri de instalare în conducte ale ventilului de reglare şi diafragmei.

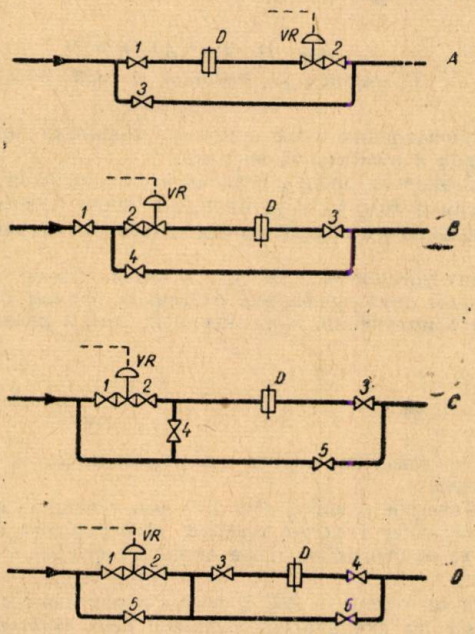


Fig. 12. Instalarea ventilului de reglare şi diafragmei în conducte
D – diafragmă; *VR* ventil de reglare; 1,2,3,4,5,6, – robinete cu ventil.

Sistemul cu 3 robinete (*A*) prezintă avantajul că atît diafragma cît şi ventilul de reglare pot fi schimbate fără întreruperea fluidului, prin închiderea robinetelor (1) şi (2) şi deschiderea robinetului (3).

Dezavantaj : în timpul schimbării diafragmei sau ventilului de reglare nu există nicio indicaţie a debitului.

Sistemul cu 4 robinete (*B*) prezintă avantajul că se poate schimba diafragma sau ventilul de reglare sau ambele şi, în acelaşi timp, să avem debitul dorit prin reglarea robinetului (1) în funcţie de debitul care trece prin diafragmă, apoi deschiderea completă a robinetului (4) şi închiderea robinetelor (2) şi (3).

Dezavantaj : nu poate fi măsurat debitul cînd se schimbă ventilul de reglare.

Sistemul cu 5 robinete (*C*) prezintă avantajul că se poate schimba ventilul de reglare şi în acelaşi timp măsura debitul care trece prin robinetul (4), diafragma (*D*) şi robinetul (3), prin închiderea robinetelor (1), (2) şi (5).

Sistemul cu 6 robinete (*D*) prezintă următoarele avantaje :

1) Se poate schimba ventilul de reglare şi în acelaşi timp măsura debitul prin robinetele (5), (3), (4) şi diafragma (*D*), prin închiderea robinetelor (1), (2) şi (6).

2) Se poate schimba diafragma şi în acelaşi timp regla debitul prin robinetele (5) şi (6), prin închiderea robinetelor (1), (2) şi (6), reglarea robinetului (5) la debitul dorit şi măsurat cu ajutorul diafragmei (*D*), apoi deschiderea robinetului (6) şi închiderea robinetelor (3) şi (4).

Sistemele cu 5 şi 6 robinete nu prezintă niciun dezavantaj.

BUDAPESTI MŰSZAKI KÖZPONTI KÖNYVTÁRA 1848

Determinarea factorului de putere cu ajutorul contoarelor monofazate de energie activă

Ing. D. PANAITESCU
Conferențiar la Institutul de căi ferate

На электрических установках определения коэффициента мощности производится по показании счетчиков активной и реактивной энергии.

Поскольку счетчики реактивной энергии распространены весьма незначительно, автор отмечает что реактивная энергия может быть установлена также и путем применения счётчиков активной энергии, включив определенным способом катушки напряжения.

Приводится описание нескольких установок для сети в 380 в. Автор описывает еще одну установку с применением двух трифазных счётчиков, причем от этой установки представляется возможность получения, как активной, так и реактивной энергии.

★

Dans les installations électriques le facteur du pouvoir est déterminé par la lecture des compteurs d'énergie active et réactive.

Etant donné que les compteurs d'énergie réactive sont très peu répandus, l'auteur indique une nouvelle méthode pour déterminer l'énergie réactive, et notamment en employant les compteurs d'énergie active et en connectant d'une certaine façon leurs bornes de tension.

On expose quelques montages pour un réseau de 380 V avec l'emploi des compteurs monophasés de 220 V. On indique aussi un montage qui comprend deux compteurs triphasés et dont on peut extraire aussi bien l'énergie active que réactive.

Dispoziția luată, de a se aplica, la energia electrică pe care o consumă întreprinderile industriale, un tarif mai ridicat cu cît energia este consumată la un factor de putere mediu lunar mai scăzut, impune întreprinderilor de a lua o serie de măsuri în scopul îmbunătățirii acestui factor de putere. Dar, ca un punct de plecare, este nevoie ca întreprinderea să cunoască valoarea factorului de putere, respectiv să constate rezultatele măsurilor de îmbunătățire ce au fost luate. Este de asemenea nevoie să fie cunoscut factorul de putere sub care funcționează unitățile mari consumatoare din întreprindere : motoare electrice mari, cuptoare electrice, transformatoarele individuale ale unor utilaje etc.

Se pune așadar problema aparatajului de măsurare a factorului de putere. Metoda clasică de măsurare o constituie aparatul denumit fazmetru sau consfimetru. Lăsînd însă la o parte faptul că în prezent acest aparat nu poate fi procurat decît pe calea importului din străinătate, el mai are neajunsul că indică valori instantanee, iar determinarea valorii medii pe un timp mai indelungat (o lună) reprezintă o muncă laborioasă, chiar dacă aparatul este prevăzut cu bandă înregistratoare.

De aceea, de cele mai multe ori, factorul de putere mediu se determină pe baza citirii contoarelor electrice de energie activă și reactivă, fie cu ajutorul formulei

$$\cos \varphi = \frac{W}{\sqrt{W^2 + W_r^2}},$$

fie pornind de la

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{W_r}{W}$$

și calculînd apoi pe cos φ prin utilizarea tabelelor trigonometrice. În aceste expresii W și W_r reprezintă energia activă în kWh, respectiv energia reactivă în kVArh, înregistrate de cele două contoare în același interval de timp.

Racordurile de energie electrică de la întreprinderi sînt de tipul trifazat, de obicei cu nul, și vor necesita contoare trifazate pentru sarcini nesimetrice pe faze. Acestea sînt azi destul de greu de procurat, în special contoarele de energie reactivă. În schimb se găsesc ușor contoare monofazate de energie activă pentru 120 V și 220 V fabricate conform STAS 4198—53.

În cele ce urmează sînt arătate montajele care folosesc contoarele monofazate de energie activă, în scopul determinării în rețelele trifazate cu nul, atît a energiei active cît și a energiei reactive, respectiv, în final, a factorului de putere. Au fost luate în considerație rețelele trifazate cu nul avînd tensiunea compusă (între faze) de 208 V, 220 V și 380 V,

şi la care tensiunile formează un sistem practic simetric, ceea ce are loc în general în reţele. Tensiunea compusă de 3 × 208/120 V este cea folosită în reţeaua urbană a muncipiului Bucureşti, tensiunea de 3 × 220/127 V se întrebuinţează în centralizările electrodinamice din staţiile de cale ferată, iar cea de 3 × 380/220 V este tensiunea standardizată şi ca atare cea mai des întîlnită.

În unele din montajele adoptate s-a folosit contorul de 220 V cu bobina de tensiune legată la tensiunea de 208 V a reţelei, ceea ce implică o eroare în indicaţiile contorului. În *Manualul inginerului electrician*, vol. I, pag. 602, este arătat însă că o variaţie de tensiune de ± 20 %, faţă de valoarea nominală, dă naştere unor erori sub 0,5 . . . 1 %. La montajul adoptat abaterea procentuală faţă de tensiunea nominală este :

$$\varepsilon = \frac{208 - 220}{220} \cdot 100 \sim -5{,}5\ \%.$$

De asemenea, abaterea procentuală ce rezultă la folosirea unui contor de 120 V la tensiunea de 127 V, va fi :

$$\varepsilon = \frac{127 - 120}{120} \cdot 100 \sim +5{,}8\ \%,$$

ceea ce înseamnă că indicaţiile contoarelor pot fi considerate ca fiind perfect valabile.

I. MĂSURAREA ENERGIEI ACTIVE

1. *Reţea electrică de 3 × 208/120 V, respectiv 3 × 220/127 V.*

Cazul general este acela al curenţilor neechilibraţi (curenţi care nu sînt egali în cele trei faze), deci va putea exista curent şi în nulul instalaţiei. Va fi însă adesea nevoie să se determine energia consumată de un singur receptor avînd sarcina simetrică pe cele trei faze : electromotor, cuptor electric trifazic, etc. În acest caz se adoptă montajele schiţate în fig. 1 *a* şi 1 *b*. Prima variantă se foloseşte la curenţi mici, cel mult pînă la 50 A, iar cea de a doua cu transformator de curent, pentru curenţi mai mari. Pentru aceasta din urmă se observă că s-au desfăcut şuruburile plăcuţei de legătură între borna 1 (numită şi borna polarizată a bobinei de curent) şi borna mică alăturată (borna polarizată a bobinei de tensiune).

Contorul înregistrează energia activă care trece printr-o singură fază, adică :

$$W_f = U_f \int_0^t I \cdot \cos\varphi \ dt,$$

în care U_f este tensiunea pe fază (între fază şi nul), I curentul din fază, $\cos\varphi$ factorul de putere, iar t este timpul. Energia activă totală consumată de receptor va fi :

$$W = 3\, W_f,$$

adică indicaţia contorului, în cazul montajului din fig. 1 *a*, va trebui să fie înmulţită cu 3. Pentru montajul din fig. 1 *b* trebuie ţinut seama de raportul de transformare al transformatorului de curent, care se construieşte cu curentul nominal din secundar egal cu 5 *A*. În acest caz energia activă consumată de receptor va fi :

$$W = 3 \cdot \frac{I_t}{5} \cdot W_f$$

în care $I_t/5$ este raportul de transformare amintit (de pildă 150/5). Contoarele folosite în aceste montaje vor fi de tipul 120 V ; cel din montajul 1 *b* este un contor de 5 *A*.

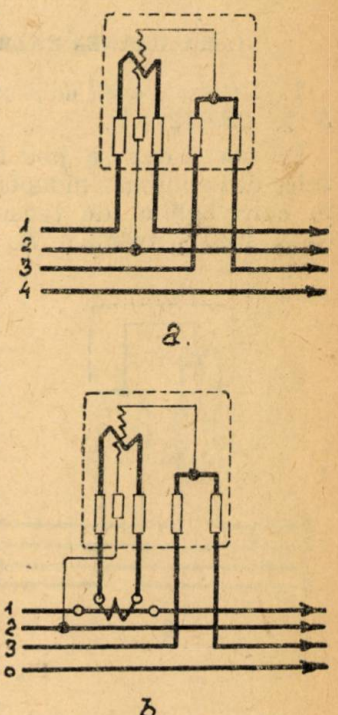


Fig. 1

În cazul cel mai des întîlnit, al fazelor nesimetric încărcate, se utilizează trei contoare monofazice de 5 A, 120 V, cu transformatoarele de curent respective, care se montează conform schemei din fig. 2. Energia activă consumată de receptor (care poate fi în acest caz chiar intreprinderea industrială) va fi :

$$W = \frac{I_t}{5}(W_1 + W_2 + W_3) = \frac{I_t}{5} U_f \int_0^t (I_1 \cos\varphi_1 + I_2 \cos\varphi_2 + I_3 \cos\varphi_3)\ dt,$$

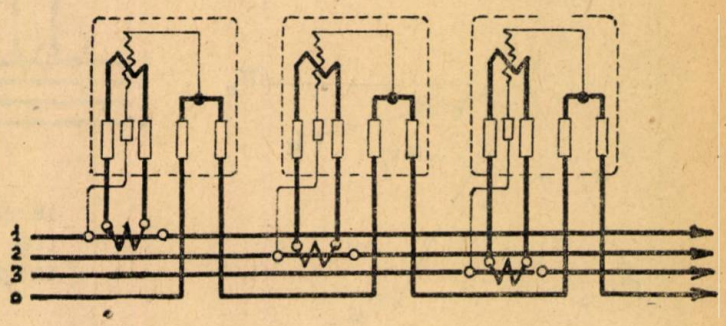


Fig. 2

în care W_1, W_2 şi W_3 sînt indicaţiile contoarelor efectuate în acelaşi interval de timp, I_1, I_2 şi I_3 curenţii din bobinele de curent ale contoarelor, iar φ_1, φ_2 şi φ_3 sînt unghiurile de defazaj între fiecare curent de fază şi tensiunea pe fază respectivă. Schema pentru montajul fără transformatoare de curent nu a mai fost dată, ea putîndu-se uşor deduce din fig. 2 care e generală.

2. *Rețea electrică de 3 × 380/220 V.*

Schemele rămîn aceleași ca și în cazul precedent. Este însă de observat că se vor întrebuința contoare de 220 V în loc de 120 V.

II. MĂSURAREA ENERGIEI REACTIVE

1. *Rețea electrică de 3 × 208/120 V, respectiv 3 × 220/127 V.*

În acest caz se pot folosi montajele alcătuite din contoare monofazate de energie activă în care bobina de tensiune este legată între două faze „străine". Se înțelege prin aceasta

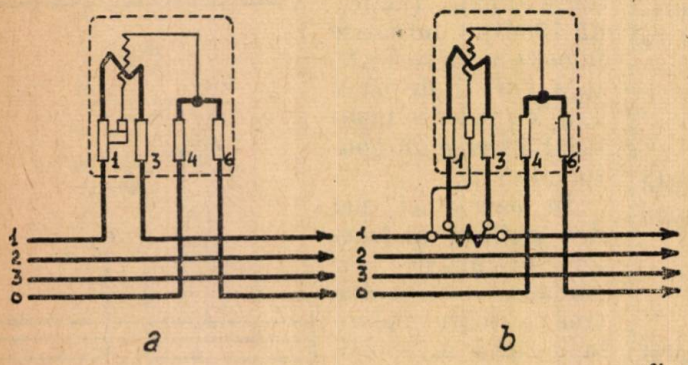


Fig. 3

că dacă bobina de curent a contorului este parcursă de curentul din faza 1 (fie direct, fie prin mijlocirea unui transformator de curent, bobina de tensiune va fi legată între fazele 2

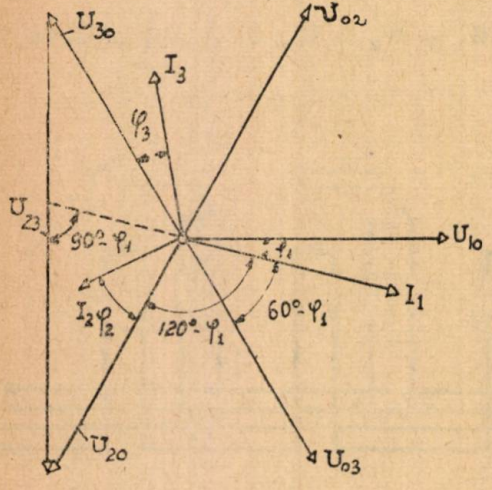


Fig. 4

și 3. Pentru a înțelege funcționarea contorului într-o astfel de schemă să considerăm montajul din figura 3 *a* și diagrama vectorială din fig. 4. Puterea care determină cuplul ce acționează asupra discului contorului va fi:

$$P_1 = U_{23} \cdot I_1 \cdot \cos (90° - \varphi_1) = \sqrt{3} . U_f . I_1 \sin \varphi_1,$$

adică o valoare proporțională cu puterea reactivă corespunzătoare unei singure faze. Montajele arătate în fig. 3 sînt valabile pentru o încărcare simetrică a fazelor, adică pentri $I_1 = I_2 = I_3 = I$ și $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$. Atunci energia reactivă consumată de receptor va fi:

$$W_r = 3\, U_f \int_0^t I \sin \varphi \, dt.$$

Făcînd raportul între energia reactivă consumată de receptor și înregistrarea contorului, care este

$$W = \sqrt{3} U_f \int_0^t I \sin \varphi \, dt,$$

rezultă că înregistrarea contorului va trebui să fie înmulțită cu $\sqrt{3}$. Vom avea adică:

$$W_r = \sqrt{3}\, W.$$

Aceasta pentru montajul din fig. 3 *a*. Pentru montajul cu transformator de curent (fig. 3 *b*), energia reactivă va fi:

$$W_r = \sqrt{3}\, \frac{I_t}{5} \cdot W$$

unde $I_t/5$ este iarăși raportul de transformare al transformatorului de curent.

Pentru cazul încărcării nesimetrice a fazelor este valabil montajul arătat în fig. 5, și anume, s-a considerat iarăși un montaj cu transformatoare de curent. Energia reactivă consumată de receptori va fi:

$$W_r = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{I_t}{5} \cdot (W_1 + W_2 + W_3),$$

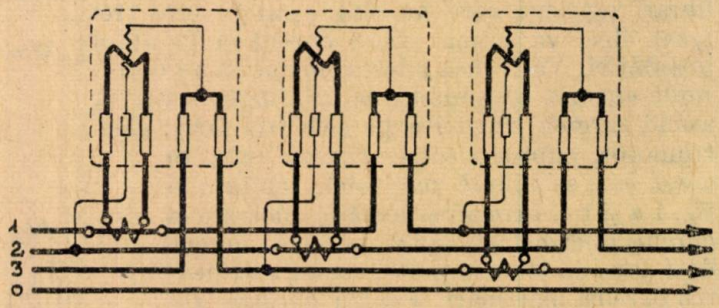


Fig. 5

în care W_1, W_2 și W_3, sînt înregistrările celor trei contoare, efectuate în același interval de timp.

2. *Rețea electrică de 3 × 380/220 V*

În rețeaua de 3 × 380/220 V, metoda legării bobinei de tensiune a contorului monofazic de 220 V între două faze „străine" și în general între două faze, nu se mai poate aplica. Va fi deci nevoie să se recurgă la alte tipuri de montaje.

Montajele pe care le preconizez, precum și justificarea lor, sînt arătate în cele ce urmează.

Fie mai întîi un racord la un receptor cu sarcină simetrică și în acel racord un contor

monofazat de energie activă cu bobina de curent intercalată în faza 1 și bobina de tensiune racordată între nul și faza 3. Ținînd seama de diagrama vectorială (fig. 4), puterea care determină cuplul ce acționează asupra discului contorului va fi:

$$P' = U_{03} \cdot I_1 \cos(60° - \varphi_1) = U_{03} \cdot I_1 (\cos 60° \cdot \cos \varphi_1 + \sin 60° \cdot \sin \varphi_1) = U_f \cdot I_1 \left(\frac{1}{2} \cos \varphi_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sin \varphi_1 \right). \quad (1)$$

Dacă se montează, mai departe în racord, un al doilea contor, identic cu primul, cu bobina de curent intercalată tot în faza 1,

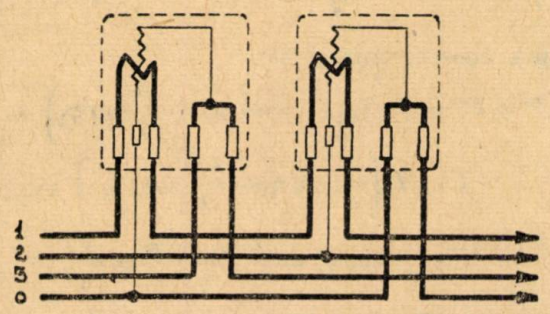


Fig. 6

dar cu bobina de tensiune legată între faza 2 și nul (fig. 6), puterea determinînd cuplul ce acționează discul celui de-al doilea contor va fi:

$$P'' = U_{20} I_1 \cos(120° - \varphi_1) = U_{20} \cdot I_1 \cdot (\cos 120° \cdot \cos \varphi_1 + \sin 120° \cdot \sin \varphi_1) = U_f \cdot I_1 \left(-\frac{1}{2} \cos \varphi_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \varphi_1 \right). \quad (2)$$

Suma acestor două puteri este așadar:

$$P' + P'' = U_f \cdot I_1 \left(\frac{1}{2} \cos \varphi_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \varphi_1 \right) + U_f I_1 \left(-\frac{1}{2} \cos \varphi_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \varphi_1 \right) = \sqrt{3} U_f I_1 \cdot \sin \varphi_1 = \frac{3 U_f \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1}{\sqrt{3}} = \frac{Q}{\sqrt{3}}$$

adică proporțională cu puterea reactivă a receptorului. Suma înregistrărilor celor două contoare din fig. 6 va trebui deci înmulțită cu $\sqrt{3}$ spre a afla energia reactivă consumată de receptor. Vom avea adică:

$$W_r = \sqrt{3} \ (W' + W'')$$

pentru montajul din fig. 6, și

$$W_r = \sqrt{3} \cdot \frac{I_t}{5} \cdot (W' + W'')$$

pentru montajul cu transformator de curent. De notat că, întrucît cele două bobine de curent sînt intercalate în aceeași fază, adică legate în serie, ele pot fi alimentate de la același transformator.

Pentru cazul sarcinilor nesimetrice, va fi nevoie să se monteze șase contoare monofazate de energie activă, de 220 V, conform cu fig. 7, care reprezintă varianta cu transformatoare de curent. De notat iarăși că pentru fiecare fază existînd cîte două bobine de curent, ele se leagă în serie și sînt alimentate de la același transformator, fiind astfel nevoie de numai trei transformatoare de curent. Energia reactivă consumată de receptori (întreprindere) va fi:

$$W_r = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{I_t}{5} \cdot (W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6)$$

în care $W_1 \ldots W_6$ sînt înregistrările celor șase contoare, înregistrări efectuate în același interval de timp, iar $I_t/5$ este raportul de transformare al transformatoarelor de curent.

De fapt montajele din figurile 6 și 7 se bazează pe concepția că un contor monofazat avînd bobina de tensiune racordată între două faze

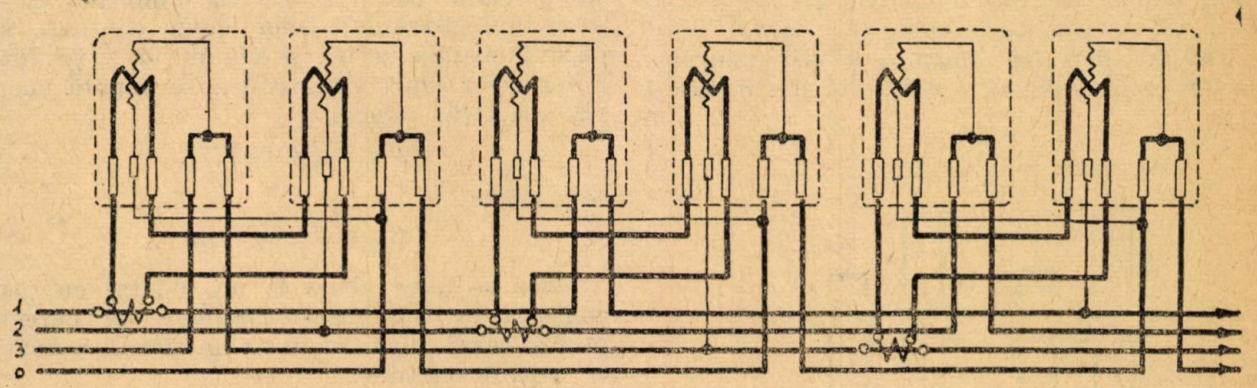


Fig. 7

„străine", poate fi înlocuit prin două contoare monofazate ale căror bobine de tensiune să fie racordate respectiv între cîte una din fazele „străine" și nulul instalației.

Aceste montaje se bucură de însușirea că, din citirea contoarelor se poate deduce și energia activă, nu numai cea reactivă. Într-adevăr diferența între puterile ce determină

cuplurile care acționează discurile celor două contoare din fig. 6 este:

$$P'-P''=U_f\cdot I_1\left(\frac{1}{2}\cos\varphi_1+\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi_1\right)-$$

$$-U_f\cdot I_1\left(-\frac{1}{2}\cos\varphi_1+\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi_1\right)=U_f\cdot I_1\cdot\cos\varphi_1=$$

$$=\frac{3U_f\cdot I_1\cdot\cos\varphi_1}{3}=\frac{P}{3}$$

adică proporțională cu energia activă, absorbită de receptor. Diferența înregistrărilor celor două contoare din fig. 6 va trebui deci înmulțită cu 3 spre a afla energia electrică activă consumată de receptor. Vom avea adică:

$$W=3\ (W'-W'')$$

pentru montajul din fig. 6, și

$$W=3\cdot\frac{I_t}{5}\cdot(W'-W'')$$

pentru montajul cu transformator de curent. În cazul sarcinilor nesimetrice și folosirea transformatoarelor de curent, energia activă va fi:

$$W=\frac{I_t}{5}\cdot(W_1-W_2+W_3-W_4+W_5-W_6)$$

sau

$$W=\frac{I_t}{5}[(W_1'+W_3+W_5)-(W_2+W_4+W_6)$$

Dacă acest montaj, comportînd șase contoare, servește în mod curent, atît la determinarea energiei reactive, cît și a celei active, este bine ca aceste contoare să fie așezate în două grupe distincte: o primă grupă de trei contoare care înregistrează energiile W_1, W_3 și W_5, urmată de cea de a doua grupă corespunzătoare energiilor W_2, W_4 și W_6. În acest mod se pot înlătura eventuale greșeli ce s-ar face la determinarea energiei active.

Dar se mai pot imagina și alte montaje. Un prim exemplu este arătat în fig. 8, coresFig. 8

punzînd la un sistem echilibrat de curenți și unde cele două contoare au bobinele de curent intercalate în aceeași fază (faza 1), iar bobinele de tensiune sînt alimentate respectiv între nul și faza 3, și între nul și faza 2. Cuplurile acționînd asupra discurilor din cele două contoare vor fi determinate de puterile:

$$P'=U_{03}\cdot I_1\cdot\cos(60°-\varphi_1)=U_{03}\cdot I_1\cdot(\cos 60°\cdot\cos\varphi_1+\sin 60°\cdot\sin\varphi_1)=U_f.I_1\left(\frac{1}{2}\cos\varphi_1+\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi_1\right)\qquad(3)$$

respectiv:

$$P''=U_{02}\cdot I_1\cdot\cos(60°+\varphi_1)=U_{02}\cdot I_1(\cos 60°\cdot\cos\varphi_1-\sin 60°\sin\varphi_1)=U_f\cdot I_1\left(\frac{1}{2}\cos\varphi_1-\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi_1\right)\qquad(4)$$

Suma acestor puteri este:

$$P'+P''=U_f\cdot I_1\left(\frac{1}{2}\cos\varphi_1+\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi_1\right)+$$

$$+U_f\cdot I_1\left(\frac{1}{2}\cos\varphi_1-\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi_1\right)=$$

$$=U_f\cdot I_1\cdot\cos\varphi_1=\frac{3U_t\cdot I_1\cdot\cos\varphi_1}{3}=\frac{P}{3},$$

adică proporțională cu puterea activă a receptorului de energie electrică. Mai departe, diferența între puteri va fi:

$$P'-P''=U_f\cdot I_1\left(\frac{1}{2}\cos\varphi_1+\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi_1\right)-$$

$$-U_f\cdot I_1\left(\frac{1}{2}\cos\varphi_1-\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\varphi_1\right)=$$

$$=\sqrt{3}U_f\cdot I_1\cdot\sin\varphi_1=\frac{3\cdot U_f\cdot I_1\cdot\sin\varphi_1}{\sqrt{3}}=\frac{Q}{\sqrt{3}}$$

adică proporțională cu energia reactivă a receptorului. Rezultă deci că înmulțind cu 3 suma înregistrărilor celor două contoare se capătă energia activă și înmulțind cu $\sqrt{3}$ diferența celor două înregistrări, se capătă energia reactivă, adică:

$$W=3\ (W'+W''),$$

respectiv:

$$W_r=\sqrt{3}\,(W'-W'').$$

Dacă se trece acum la un montaj cu șase contoare, și cu transformatoare de curent, pentru cazul unui sistem nesimetric de curenți, se capătă relațiile:

$$W=\frac{I_t}{5}(W_1+W_2+W_3+W_4+W_5+W_6),$$

respectiv:

$$W_r=\frac{1}{\sqrt{3}}\cdot\frac{I_t}{5}[(W_1+W_3+W_5)-(W_2+W_4+W_6)],$$

care corespunde împărțirii celor șase contoare în două grupe cuprinzînd fiecare cîte trei contoare.

Un ultim exemplu este arătat în fig. 9, care corespunde iarăşi pentru un sistem echilibrat al curenţilor. Primul contor are bobina de curent intercalată în faza 1, iar bobina de tensiune legată între faza 1 şi nul, adică un montaj normal pentru măsurarea energiei

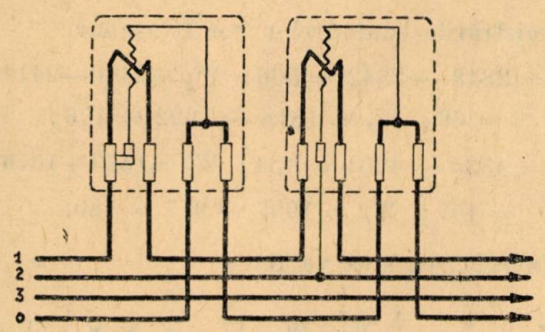


Fig. 9

active. Al doilea contor are bobina de curent, intercalată tot în faza 1, bobina lui de tensiune este însă legată între faza 2 şi nul. Cuplurile acţionînd asupra discurilor vor fi respectiv produse de puterile :

$$P' = U_{10} \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 = U_f . I_1 . \cos \varphi_1 = \frac{3 U_f \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1}{3} = \frac{P}{3} \qquad (5)$$

şi

$$P'' = U_{20} \cdot I_1 \cdot \cos (120° - \varphi_1) = U_f . I_1 \left(-\frac{1}{2} \cos \varphi_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \varphi_1 \right) \qquad (6)$$

reactive va trebui făcut un calcul ceva mai complicat. Într-adevăr să considerăm suma :

$$P' + 2\,P'' = U_f \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 + 2 \cdot U_f \cdot I_1 \left(-\frac{1}{2} \cos \varphi_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \varphi_1 \right) = \sqrt{3} \cdot U_f \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1 = \frac{3 \cdot U_f \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1}{\sqrt{3}} = \frac{Q}{\sqrt{3}},$$

care este aşadar proporţională cu puterea reactivă. Spre a afla energia reactivă consumată de receptor va trebui deci să se însumeze înregistrarea primului contor cu dublul înregistrării celui de al doilea contor şi să se înmulţească rezultatul cu $\sqrt{3}$.

Cu toate că acest montaj implică ceva mai multe calcule pentru determinarea energiei reactive, el are o importanţă deosebită pentru intreprinderile care, în racordul general, au instalat un contor trifazic de energie activă. În acest caz va fi suficient să se monteze în plus numai trei contoare monofazate, conform schemei arătate în fig. 10, energia reactivă fiind dată de relaţia :

$$W_r = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{I_t}{5} [W_0 + 2(W' + W'' + W''')],$$

în care W_0 este înregistrarea contorului trifazat de energie activă, W', W'' şi W''' înregistrările celor trei contoare monofazate, iar $I_t/5$ raportul de transformare al transformatoarelor de curent.

Dacă întreprinderea consumatoare de energie electrică dispune de două contoare trifazate de energie activă, ea va putea să modifice

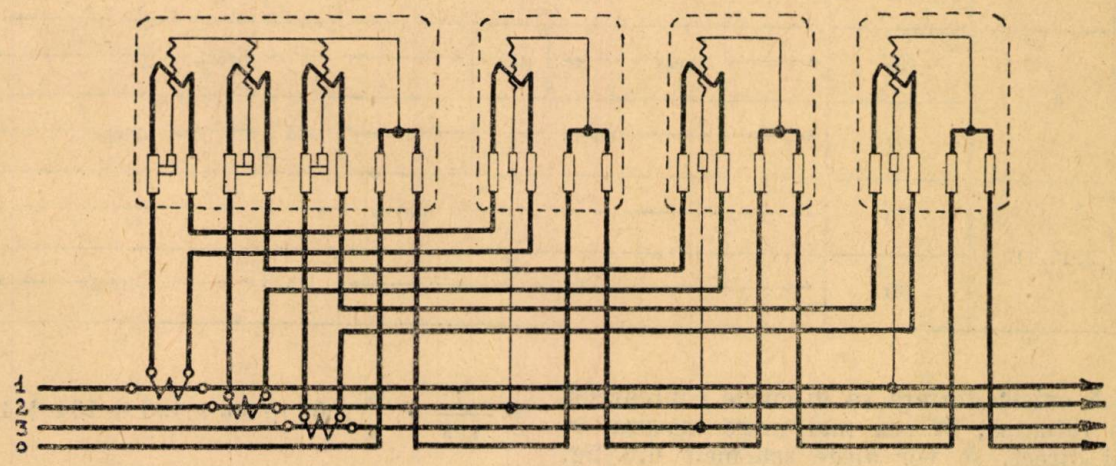


Fig. 10

Înregistrările primului contor sînt aşadar proporţionale cu energia activă,

$$W = 3\ W'.$$

ceea ce inseamnă că aceste înregistrări se vor înmulţi cu 3. Pentru determinarea energiei legăturile unuia din ele, realizînd montajul arătat în fig. 11. Energia activă este, după cum se ştie :

$$W = \frac{I_t}{5} W_0,$$

iar energia reactivă va fi dată de relația:

$$W_r = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{I_t}{5} (W_0 + 2\,W'_0)$$

în care W'_0 este înregistrarea celui de-al doilea contor (care are legăturile modificate).

Este interesant să se cunoască sensul de rotație al discurilor de la contoarele din montajele prezentate. Cercetînd relațiile (1), (2), (3), (4), (5) și (6), se vede că, în afară de contoarele de energie activă din figurile 9, 10 și 11, discurile tuturor celorlalte contoare se pot roti fie în sensul direct (adică cel însemnat printr-o săgeată pe contor), fie în sensul invers. Există o anumită valoare a unghiului de decalaj, pentru fiecare contor din schemele prezentate, care determină separația între sensurile de rotație. Sensurile de rotație se pot urmări pe tabelul ce urmează:

Sarcina		Capacitivă			Inductivă	
φ		$-90°$	$-30°$	$0°$	$+30°$	$+90°$
$\sin\varphi$		-1	$-0{,}5$	0	$+0{,}5$	$+1$
$\cos\varphi$		0	$+0{,}866$	1	$+0{,}866$	0
Figura	Formula	Sensul de rotație al discului				
6, 7	(1)	← invers →	stă	← direct →		
	(2)	← invers →	stă	← direct →		
8	(3)	← invers →	stă	← direct →		
	(4)	← direct →	stă	← invers →		
9, 10, 11	(5)	← direct →				
	(6)	← invers →	stă	← direct →		

Dacă există dorința ca discurile contoarelor să se rotească, în cea mai mare măsură, în sensul direct, se vor alege schemele din fig. 6, 7, 9, 10 și 11, deoarece în majoritatea întreprinderilor industriale factorul de putere mediu are o valoare sub 0,866 (sarcină inductivă).

III. EXEMPLE DE CALCUL ALE FACTORULUI DE PUTERE MEDIU

1. Într-un montaj realizat conform schemei din fig. 7, în rețea de 3 × 380/220 V, cu transformatoare de curent de 300/5, prima citire a celor șase contoare a furnizat datele:

2342; 2414; 1322; 4201; 1076; 917,

iar a doua citire:

2848; 2480; 1818; 4335; 1533; 1097.

Înregistrările contoarelor vor fi așadar:

$W_1 = 2848 - 2342 = 506$; $W_2 = 2480 - 2414 = 66$; $W_3 = 1818 - 1322 = 496$;

$W_4 = 4335 - 4201 = 134$; $W_5 = 1533 - 1076 = 457$; $W_6 = 1097 - 917 = 180$.

Energia reactivă va fi:

$$W_r = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{I_t}{5}(W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6) =$$

$$= \frac{1}{1{,}73} \cdot \frac{300}{5}(506 + 66 + 496 + 134 + 457 + 180) = 63629 \text{ kVArh},$$

iar energia activă:

$$W = \frac{I_t}{5}[(W_1 + W_3 + W_5) - (W_2 + W_4 + W_6)] =$$

$$= \frac{300}{5} \cdot (1459 - 380) = 64740 \text{ kWh}.$$

Unghiul de decalaj este dat de :

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{W_r}{W} = \frac{63629}{64740} = 0{,}98284$$

şi prin utilizarea tabelelor trigonometrice, se găseşte :

$\varphi = 44°30'$; $\cos\varphi = \cos 44°30' = 0{,}71325 \sim 0{,}71$.

2. În aceeaşi reţea, cu transformatoare de curent de 150/5, se realizează montajul cu două contoare trifazate, conform schemei din fig. 11. Citirile au furnizat datele : 4276 ; 5943, respectiv 4831 ; 5882.

Înregistrările contoarelor sînt aşadar :

$W_0 = 4831 - 4276 = 555$; $W'_0 = 5882 - 5943 = -61$

Energia activă va fi :

$$W = \frac{I_t}{5} \cdot W_0 = \frac{150}{5} \cdot 555 = 16650 \text{ kWh},$$

iar energia reactivă :

$$W_r = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{I_t}{5}(W_0 + 2W'_0) =$$

$$= \frac{1}{1{,}73} \cdot \frac{150}{5}[555 + 2(-61)] = 7491 \text{ kVArh}.$$

Se găseşte $\cos\varphi \sim 0{,}91$.

Se vede că, în acest exemplu, discul celui de al doilea contor a avut o mişcare inversă celei normale.

IV. CONCLUZII

Contoarele monofazate de energie activă, care se ocnstruiesc în mod curent de industria electrotehnică, pot fi folosite pentru determinarea energiei active, energiei reactive şi factorului de putere din reţelele trifazate cu nul de 208/120, 220/127 şi 380/220 V.

Dispozitivul de măsurare a energiei reactive comportă trei contoare monofazate de 220 V în reţelele trifazate de 208/120 şi 220/127 V, respectiv şase contoare în reţelele de 380/220 V. Numărul contoarelor monofazate se dublează în reţeaua de 380/220 V deoarece un contor avînd bobina de tensiune legată între două faze a reţelei de 220/127 V, se înlocuieşte, în reţeaua de 380/220 V, prin două contoare avînd bobinele de tensiune legate între cîte o fază şi nul.

Dacă o întreprindere posedă un contor general trifazat pentru înregistrarea energiei active, ceea ce este cazul cel mai des întîlnit, este suficient să se mai monteze numai trei contoare monofazate spre a se putea determina şi energia reactivă. Aceste trei contoare pot fi înlocuite printr-un singur contor trifazat de energie activă, modificîndu-i-se legăturile bobinelor de tensiune.

Montajele preconizate nu necesită niciun fel de reglare a contoarelor monofazate folosite, ci numai desfacerea legăturii între borna polarizată a bobinei de curent (borna 1) şi borna polarizată a bobinei de tensiune (borna mică de lîngă borna 1)

Preciziunea măsurătorilor depinde de preciziunea de măsurare a contoarelor monofazate folosite, prin montajele preconizate neintroducîndu-se nicio nouă sursă de erori.

Este rentabil să se realizeze montajul contoarelor, căci se pot face reduceri importante la facturile de energie electrică de către întreprinderile cărora li se pune la dispoziţie un mijloc practic de a-şi controla şi stăpîni îmbunătăţirea factorului de putere.

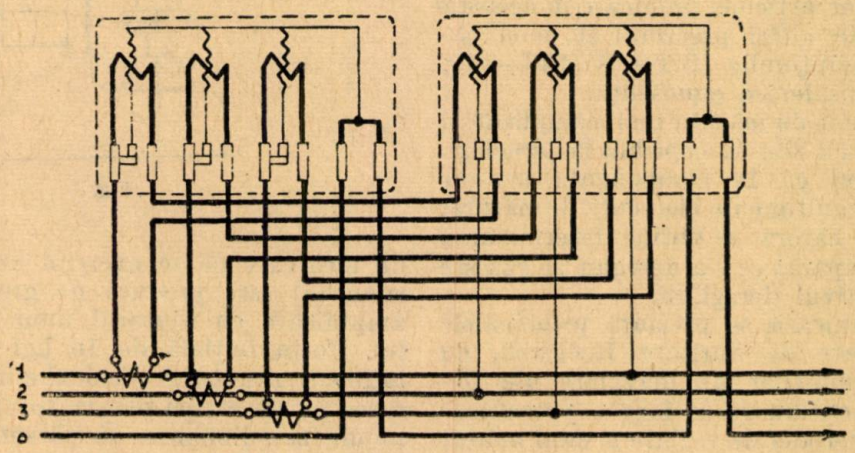


Fig. 11

Reglarea aparatelor de determinat duritatea după metoda Rockwell

Ing. MIŞCOVITS ŞTEFAN

В настоящей статье автор рассматривает возможность нарушения настройки твердостных аппаратов Рокуэлла, а также и приемы устранения этих нарушений. Автор освещает также и методы настройки аппаратов при их производстве.

★

L'article contient une étude sur les possibilités du déréglage des instruments de dureté Rockwell et le mode de l'en prévenir. L'auteur expose aussi la méthode de réglage des instruments à leur fabrication.

1. INTRODUCERE

Pentru determinarea durității superficiale la piese foarte dure se folosește, pe scară largă, metoda de determinare a durității statice, după Rockwell. În principiu, determinarea constă din măsurarea adîncimii la care pătrunde un penetrator de diamant, sub acțiunea unei forțe de apăsare.

Întrucît adîncimea de pătrundere este foarte mică — o unitate H_{RC} corespunde la 0,002 mm — rezultă că măsurările, legate de această determinare, trebuie să fie executate cu o precizie foarte mare. Prezentarea amănunțită a metodei de determinare Rockwell a format obiectul altor articole, publicate în această revistă și este de altfel precizată în mod categoric în prescripțiunile S T A S 943 — 49, astfel că o considerăm cunoscută.

Ca orice aparat de măsură mai complicat și apararele Rockwell sînt susceptibile la dereglări. Dat fiind faptul că în componența acestor aparate intră o mulțime de elemente de măsură, din conlucrarea cărora se obține determinarea durității, la un aparat ce s-a dereglat se găsește foarte greu motivul dereglării.

În cele ce urmează se prezintă principalele tipuri de aparate de duritate Rockwell, cu indicarea posibilităților de dereglare ale fiecăruia, iar în continuare se face o prezentare amănunțită a metodei de reglare a unui aparat de tip clasic pe baza căreia se pot trage apoi concluzii asupra posibilităților de reglare ale aparatelor de diferite tipuri.

2. TIPURI CONSTRUCTIVE DE APARATE ROCKWELL

Aparatele de duritate Rockwell prezintă o diversitate mare din punct de vedere al tipurilor constructive. Aparatele prezentate în cele ce urmează sînt tot atîtea tipuri caracteristice în ceea ce privește principiul de funcționare, cunoscînd că aparatele din cadrul aceluiași tip se deosebesc între ele doar prin mici detalii de construcție.

— Aparatul Rockwell de tip clasic este cel prezentat în fig. 1. La acest tip de aparat forța

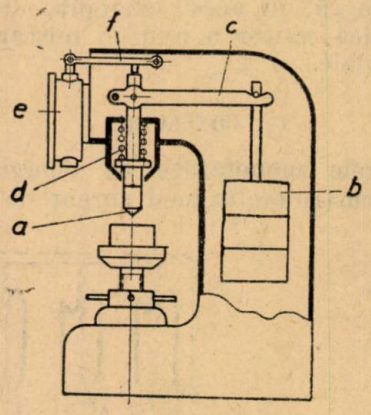


Fig. 1

de încărcare ce se exercită asupra penetratorului (a) este produsă de greutățile (b) prin amplificare cu ajutorul unui braț de pîrghie (c). Forța inițială de 10 kgf se exercită sub influența resortului elicoidal cilindric (d). Deplasarea axială a tijei penetratorului — care corespunde la adîncimea de pătrundere a diamantului sau bilei de oțel, reprezentînd totodată duritatea Rockwell — se măsoară prin intermediul ceasului indicator (e) cu precizia de citire 1 : 100, amplificată prin brațul (f) de cinci ori. Rezultă deci precizia de citire 0,002 mm care corespunde unei unități Rockwell C, respectiv A, sau, în cazul bilei, B.

La majoritatea aparatelor de acest tip, pe pîrghia (f) se află un dispozitiv de reglare a raportului de amplificare, construit similar cu cel din fig. 2. Prin deplasarea plăcuței (a), în direcția indicată de săgeți, se realizează

modificarea lungimii brațelor A și B, respectiv a raportului de amplificare $\frac{A}{B}$.

În acest fel se poate influența, în mod sensibil, indicația aparatului. Asupra acestui procedeu de reglare vom mai reveni în cuprinsul articolului. Trebuie însă să precizăm aci că, prin

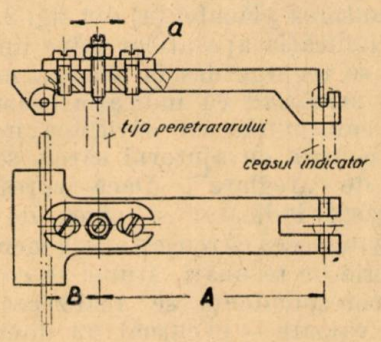


Fig. 2

deplasarea plăcuței (a) și prin modificarea raportului $\frac{A}{B} = 5$, se produce o modificare esențială în funcționarea aparatului, modificare ce poate avea urmări defavorabile asupra preciziei de măsurare.

Acest tip de aparate are o răspîndire foarte largă în uzinele din țară și apare totodată ca un produs de fabricație indigenă la Uzinele Balanța-Sibiu. Fabricațiile străine de tip similar sînt produse la Uzinele Reicherter, Armalit, Manometr, Koyemann.

Datorită faptului că acest tip de aparat are ca piesă componentă un resort elicoidal, a cărui caracteristică elastică este influențată de mulți factori și totodată este variabilă în timp, în construcțiile moderne de aparate acest tip

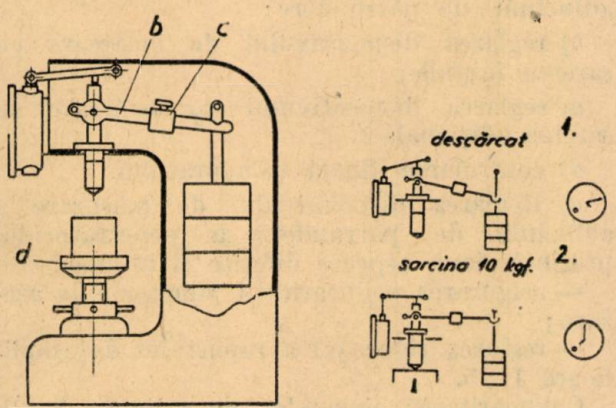


Fig. 3

se abandonează utilizîndu-se pe scară tot mai largă :

— Aparatul Rockwell cu sarcină inițială realizată prin greutate fixă (în general un braț de pîrghie). Un tip de aparat care lucrează după acest principiu se vede în fig. 3.

În poziția 1, aparatul se vede în stare de repaus — penetratorul nu este în contact cu piesa — iar în poziția 2 forța inițială apasă asupra piesei. Pîrghia (b) este în așa fel tarată, cu ajutorul greutății reglabile (c), încît asupra piesei se apasă cu 10 kgf atunci cînd pîrghia este adusă în poziția orizontală (în forța de 10 kgf se include, și în acest caz, atît forța datorită resortului antagonist din ceasul indicator, cît și greutatea pieselor). Poziția orizontală este indicată, după construcția aparatului, ori printr-un semn de pe cadranul ceasului indicator (Frack, Wohlpert), ori prin semnal optic (Werkstoffprüfmaschienen V.E.B.) realizat printr-un bec care se stinge, datorită întreruperii

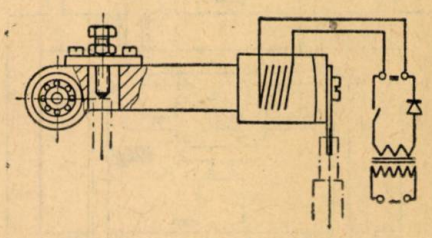


Fig. 4

circuitului de alimentare, printr-un întrerupător montat pe brațul de pîrghie. La aparatele cu semnalizare optică ceasul indicator nu este în legătură rigidă cu brațul de amplificare al adîncimii de pătrundere (fig. 4), ci se cuplează magnetic în clipa cînd penetratorul pătrunde în material sub acțiunea forței adiționale.

Tipurile de aparate amintite anterior sînt, numai în rare cazuri, prevăzute cu dispozitiv de reglarea raportului de amplificare ca cel din fig. 2 (Schopper, W P M — V.E.B.). Posibilitatea de reglare, la aceste aparate, este redusă și se poate executa numai la fabricație. Întrucît aceste aparate nu au decît elemente rigide, fiind lipsite de elemente elastice care cu timpul își pot modifica caracteristica, posibilitățile de dereglare sînt minime.

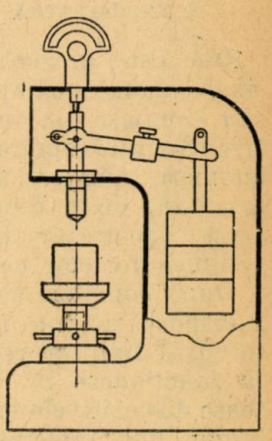


Fig. 5

Un tip de aparat ce reprezintă o treaptă mai avansată în ceea ce privește precizia de determinare, este aparatul la care adîncimea de pătrundere se măsoară direct pe tija penetratorului, cu ajutorul unui microcator (fig. 5). Acest tip, la care forța de apăsare se realizează prin intermediul unui braț de pîrghie, este utilizat în general la aparatele automate de sortare. Răspîndirea lor la uzinele automatizate devine din ce în ce mai largă.

Este cazul să amintim și aparatele de duritate care lucrează prin încărcare cu greutăți directe, fără intermediul unui braț de pîrghie (fig. 6).

La aceste aparate adîncimea de pătrundere a penetratorului se determină prin măsurări diferențiale executate cu un comparator tip Abbé.

Tipul acesta de aparate se caracterizează printr-o manipulare greoaie, ceea ce are ca urmare folosirea lor numai în scopuri speciale de cerce-

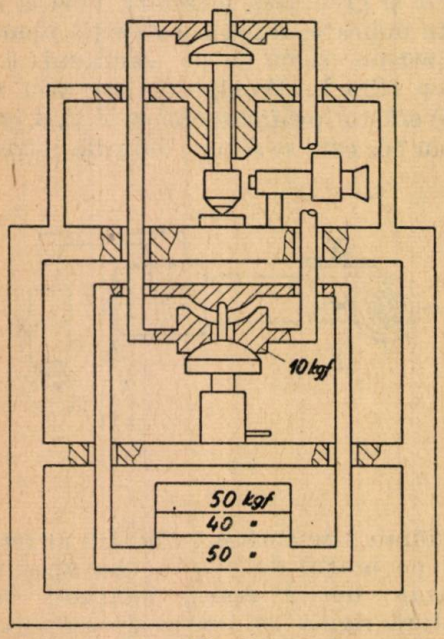


Fig. 6

tări și la etalonarea plăcuțelor folosite pentru controlul aparatelor de duritate uzuale. Dintre toate tipurile prezentate acesta are precizia cea mai ridicată. De asemenea, posibilitățile de dereglare în timpul exploatării sînt cele mai reduse.

3. NECESITATEA REGLĂRII APARATELOR

Din cele prezentate pînă acum se poate trage concluzia că aparatele Rockwell în general sînt compuse din ansamble de piese și dispozitive care au scopul de a exercita forțe axiale de anumită mărime, asupra unui penetrator și totodată, de a determina adîncimea la care acest penetrator pătrunde în material sub acțiunea forțelor ce acționează.

După complexitatea aparatului, aceste piese și dispozitive pot fi simple sau compuse și totodată fixe sau reglabile. Pentru ca aparatul să funcționeze în bune condiții trebuie ca toate dispozitivele sale componente să lucreze în limita unor toleranțe prescrise. În general, aceste toleranțe nu sînt precizate prin norme, ele fiind caracteristice fiecărui tip de aparat în parte. Dacă în timpul exploatării aparatului se întîmplă ca unul din dispozitivele componente să sufere o dereglare, oricît de neînsemnată, indicația justă a aparatului este compromisă. Un asemenea aparat trebuie supus unei reglări cu scopul de a readuce indicațiile sale în limita toleranțelor de $\pm$ 1 H_{RC}, care este o limită prescrisă prin standard.

Punerea la punct a unui aparat dereglat în acest fel se poate face ușor numai în cazul cînd se cunoaște care anume din dispozitivele componente ale lui a suferit o dereglare. Cum însă acest lucru este greu de stabilit din partea unei persoane care nu posedă practica și cunoștințele necesare, în general, reglarea aparatelor se execută în condiții necorespunzătoare. Întrucît prin mutarea plăcuței (a) din fig. 2, se poate modifica indicația aparatelor între limite relativ largi, se recurge des la această metodă de „reglare" urmărind ca indicația ceasului indicator să corespundă cu duritatea înscrisă pe placa de control cu ajutorul căreia se execută operația de „reglare". Dacă corespondența dintre ceasul indicator și placa de duritate este realizată, ceea ce reușește, în general, numai după o serie de tatonări, atunci se constată că această corespondență se realizează numai pentru o valoare — eventual un domeniu restrîns de valori — a durității, situată în jurul durității plăcuței cu care se execută reglarea. Dacă se execută măsurări pe plăcuțe de alte durități se constată că aparatul dă indicații cu erori. Motivul pentru care reglarea unui aparat de duritate Rockwell nu se poate executa prin simpla mutare a plăcuței (a) se poate înțelege din analizarea procesului complet de reglare a unui aparat care se execută cu ocazia montajului, la fabricație.

4. REGLAREA APARATELOR LA FABRICAȚIE

Modul de reglare a unui aparat de duritate Rockwell este specific fiecărui tip de aparat în parte. În cele ce urmează se expune metoda de reglare a aparatelor de tip Balanța-Sibiu. Procesul de reglare cuprinde o serie de faze după cum urmează :

a) reglarea dispozitivului de măsurare a adîncimii de pătrundere ;

b) reglarea dispozitivului de încărcare cu sarcina inițială ;

c) reglarea dispozitivului de încărcare cu sarcina adițională ;

d) controlarea finală a aparatului.

a) Reglarea dispozitivului de măsurare a adîncimii de pătrundere a penetratorului prezintă două aspecte diferite și anume :

— asigurarea colinearității punctelor de așezare ;

— reglarea riguroasă a raportului de amplificare 1 : 5.

Colinearitatea punctelor de așezare A, B, C, din fig. 7, se poate regla, în mod simplu, cu ajutorul unui dispozitiv prezentat în aceeași figură. Reglarea se face prin înșurubarea șurubului (a), pînă ce atinge blocul (b), în punctul (B). După ce șurubul a fost reglat, în acest fel, poziția lui se fixează cu ajutorul contrapiuliței (c) și această poziție nu va fi modificată sub nicio formă.

Reglarea raportului de amplificare se face tot cu ajutorul unui dispozitiv ca în figura

7 a. Prin aşezarea succesivă a unor cale de dimensiuni din ce în ce mai mari, respectiv din ce în ce mai mici, după cum indică tabela I, ceasul trebuie să indice valorile din rîndul 2 al tabelei cu erorile corespunzătoare.

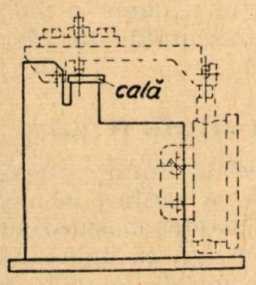


Fig. 7

Dacă indicaţia ceasului nu corespunde cu valorile din tabelă atunci se trece la o reglare prin deplasarea plăcuţei. Reglarea este foarte migăloasă, însă, de exactitatea cu care se execută depinde, în mare măsură, precizia de măsurare a aparatului.

b) Dispozitivul de încărcare cu sarcina iniţială se controlează în stare montată în aparat ca în fig. 8. Pîrghia principală a aparatului

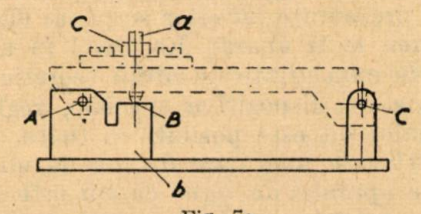


Fig. 7a

resortul (b). Atunci cînd arătătorul mic al ceasului indicator al aparatului a ajuns în dreptul punctului roşu, dinamometrul trebuie să indice o forţă de 10 kgf cu o eroare de ± 1 %. Forţa măsurată de dinamometru este rezultanta următoarelor forţe componente :

— forţa elastică de deformare a resortului ;

— forţa datorită resortului antagonist din ceasul indicator, amplificată la raportul 5 : 1 ;

— forţa datorită greutăţii pieselor.

În cazul că dinamometrul va indica o forţă de apăsare diferită de 10 kgf se va trece la o reglare a dispozitivului. Din cele trei componente enumerate anterior forţa elastică a resortului reprezintă cca 90 %, deci rezultă că, pentru a efectua o reglare asupra sarcinii iniţiale, trebuie să se modifice caracteristica resortului şi anume :

— prin rectificare, dacă sarcina indicată este prea mare şi

— prin scurtare (îndepărtarea unor spire) dacă sarcina indicată este prea mică.

Asupra mărimii sarcinii iniţiale se poate acţiona şi prin deplasarea şurubului (d) fig. 8 (prin în — sau deşurubare) ; în acest fel modificînd în realitate săgeata resortului. Faptul că această metodă este cu totul improprie

Tabela 1

Dimensiunile calelor	mm	1,00	1,02	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,10	1,02	1,00
Indicaţia ceasului indicator	mm 10^{-2}	0	10	25	50	75	100	125	50	10	0
Abaterea admisă*)	± diviziuni	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,6	0,5	0,2

*) Valorile abaterilor sînt doar informative. Stabilirea abaterilor definive se poate face numai pe baza unui număr mare de măsură

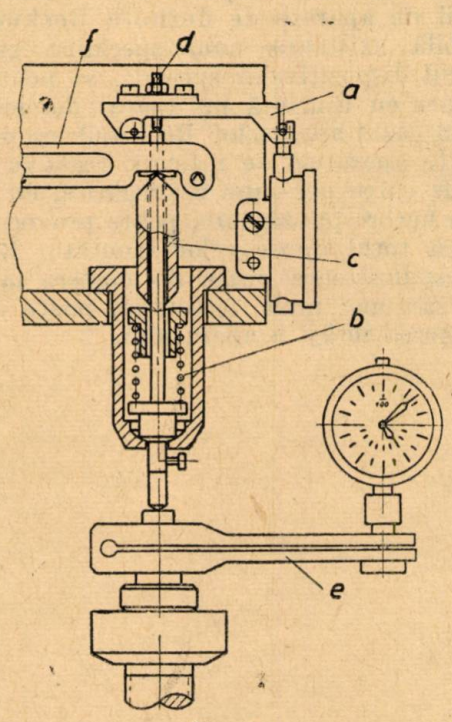


Fig. 8

(f) este blocată cu ajutorul unui dispozitiv de zăvorîre. Prin ridicarea lentă a mesei pe care este aşezat dinamometrul (e), se comprimă pentru reglare se poate deduce din aceea că, printr-o simplă modificare a poziţiei şurubului (a), cele trei puncte notate cu (A), (B) şi (C) fig. 7—nu se vor mai găsi pe aceeaşi treaptă, ceea ce va avea ca urmare o funcţionare defectuoasă a aparatului. Singura metodă prin care se poate regla forţa iniţială este aceea obţinută prin modificarea caracteristicii elastice a resortului.

c) Reglarea dispozitivului de încărcare cu sarcină adiţională se face tot în stare montată a aparatului, ca în fig. 9. Cu această ocazie la capătul pîrghiei se aşează greutăţile (a), urmărind ca dinamomentrul (b) să indice forţa de 60 ; 100 respectiv 150 kgf cu precizia de ± 1 %. În cazul unei eventuale necorespondenţe se ajustează masa greutăţilor (a) pînă ce forţele indicate de dinamometru se incadrează în limitile admise. Dacă reglarea aparatelor nu s-ar executa în stare montată, ci în dispozitive de reglare, influenţa frecărilor — care pot fi diferite de la aparat la dispozitiv — ar avea ca urmare că aparatul, în stare montată, eventual, nu ar indica în mod corespunzător. Acesta este motivul pentru care aparatele ce se reglează în dispozitive separate se recontrolează în stare montată pentru a verifica mărimea forţei totale. Mărimea forţelor care acţio-

nează asupra penetratorului după ce au fost măsurate cu un dinamometru de precizie 0,3 % se introduc într-o fişă a aparatului, iar aceste valori se controlează în mod periodia. Existenţa în fişe a acestor valori este foarte

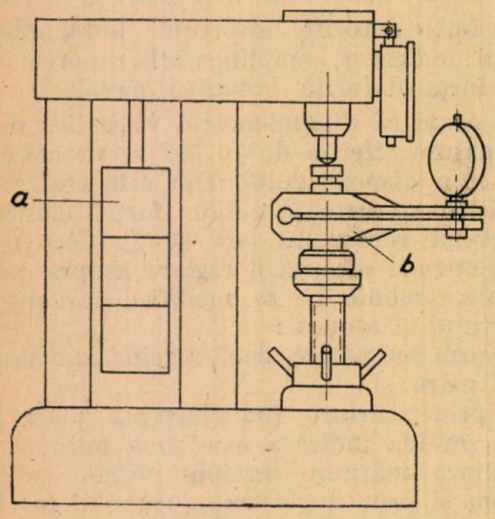


Fig. 9

preţioasă întrucît ajută la constatarea unor dereglări ale aparatului în cursul exploatării.

d) Aparatele ale căror elemente componente au fost reglate după procedeele indicate anterior, se montează în mod definitiv şi se supun unei verificări finale. Verificarea finală se face cu ajutorul plăcuţelor de control a aparatelor de duritate pe toate scările de duritate H_{RA} 45—82, H_{AB} 50—100 şi H_{RC} 22—64. Dacă la această verificare indicaţiile nu corepund cu valorile înscrise pe plăcuţele de control, motivul erorilor se caută într-o montare greşită, frecări în interiorul aparatului, defecţiunile penetratorului sau, eventual, greşeli subiective de măsurare. Sursa de erori trebuie indentificată şi înlăturată fără a se executa vreo modificare în elementele reglate ale aparatului. Este greşită metoda după care se execută o reglare finală a aparatului prin mutarea plăcuţei de la dispozitivul de amplificare a adîncimii de pătrundere. În acest fel aparatul se dereglează şi mai mult în loc de a se reduce erorile de indicaţie. Totodată trebuie ţinut cont de faptul că montarea unui aparat Rockwell şi indentificarea greşelilor ce se ivesc după montare este o muncă care cere o pregătire profesională de înalt nivel şi ca atare reglarea şi montarea aparatelor trebuie executată de către persoane specializate.

5. REGLAREA APARATELOR AFLATE IN UZINE

Aparatele Rockwell aflate în dotarea serviciului de control al uzinelor se verifică în mod periodic pentru a se asigura justeţea măsurărilor. În momentul în care se constată că indicaţiile aparatului nu corespund celor de pe plăcuţa de control aparatul trebuie reglat. Pentru a putea repune aparatul dereglat, în cel mai scurt timp, în procesul de producţie este necesar ca reglarea să se facă la faţa locului. Cum însă din cele prezentate anterior se poate deduce că la reglarea unui aparat Rockwell în afară de o serie de cunoştiinţe de ordin teoretic trebue şi o serie de dispozitive speciale, reglarea la faţa locului nu este posibilă în toate cazurile.

La atelierele mici care dispun de un număr redus de aparate, de sigur că nu este rentabil de a se asigura existenţa unui specialist şi dispozitivele respective. La aceste ateliere controlul indicaţiei aparatului se face de către personalul de deservire ori de cîte ori se fac o serie de măsurări, iar la constatarea unei dereglări se cere asistenţă tehnică din partea unui specialist.

La uzinele care dispun de un număr considerabil de aparate de duritate Rockwell este rentabilă existenţa unui specialist care, cu ajutorul dispozitivelor speciale, să poată pune la punct cu uşurinţă un aparat dereglat.

Şi în cazul aparatelor Rockwell, ca de altfel la toate aparatele de măsură, reglarea executată de către persoane nepregătite, cu instrumente necorespunzătoare, poate provoca rezultate cu totul opuse celor scontate. Reglarea necorespunzătoare poate da naştere la valori false, sau mai mult, cîteodată, poate duce la distrugerea însăşi a aparatului.

Metodă nestaționară pentru măsurarea conductivității termice a materialelor granuloase și pulverulente

FILIP GRUJNIȚKI

Излагается краткаu теория нестационарного метода измерения теплопроводности, причем особое внимание уделяется применению этого метода для зернистых и порошкообразных материалов.

Рассматриваются конструктивные детали специального приспособления, дается описание способа его работы, отмечаются результаты достигнутые при помощи этого метода опытов, произведенных в лабораториях Исследовательского Института Метрологии.

★

Après un bref exposé sur la méthode nonstationnaire pour la mesure de la conductivité thermique, l'auteur s'arrête sur l'emploi de cette méthode à des matériaux granuleux et pulvérulents, où il insiste plus longuement.

Il donne des détails de construction pour un dispositif spécial, décrit le mode de travailler avec, et donne les résultats des expériences entreprises dans les laboratoires de l'Institut des Recherches Métrologiques dans le but d'en vérifier l'utilisation.

Metodele utilizate pentru determinarea conductivității termice (λ) sînt în general metode staționare, adică metode care necesită realizarea unui echilibru de temperatură pe două fețe ale unui corp cu fețe paralele. Cu alte cuvinte, realizarea trecerii, într-un timp suficient de mare, a unei cantități de căldură constantă, prin materialul studiat. Aceste metode sînt foarte anevoioase, necesită 10—15 ore pentru o determinare, fără să asigure o precizie mai mare de 3 . . . 10 %, atît la aparatele de laborator cît și la cele industriale. Precizia mică se datorește, în primul rînd, pierderilor de căldură destul de mari și, în al doilea rînd, erorilor la determinarea temperaturii reale pe suprafețele respective (vezi "Metrologia aplicată" nr. 6, iunie 1955 „Cîteva metode de măsurare a conductivității termice" de D. Focșăneanu). Aceste motive duc la necesitatea înlocuirii acestor metode prin metode nestaționare al căror principiu este redat mai jos.

Răcirea unui corp de formă geometrică arbitrară, într-un mediu cu temperatură constantă, este dată de ecuația lui Fourier :

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t \qquad (1)$$

și de condițiile la limită :

$$(t)_{\tau=0} = f(x, y, z) \qquad (2)$$

$$\lambda \left(\frac{\partial t}{\partial n}\right)_{n=0} + \alpha (t_c - t_m) = 0 \qquad (3)$$

Soluția ecuației (1) pentru $t_m = \text{const.}$ are forma :

$$\delta = \sum_{i=1}^{\infty} A_i U_i e^{-m_i \tau} \qquad (4)$$

În formulele de mai sus, sînt utilizate următoarele notații :

$\delta = t - t_m$
t — temperatura corpului
τ — timpul
a — difuzibilitatea termică
λ — conductivitatea termică
n — normala la suprafața corpului
α — coeficientul cedării de căldură de la suprafața corpului, la mediul ambiant
t_c — temperatura la suprafața corpului
t_m — temperatura mediului înconjurător
A_i — o constantă care depinde de forma corpului și de distribuția inițială a temperaturilor
U_i — funcție de coordonate care caracterizează distribuția spațială a temperaturii și constantele fizice cuprinse ca parametri
m_i — constante care reprezintă o serie de numere pozitive crescătoare ($m_1 < m_2 < m_3 . . .$). Constantele depind de forma corpului, de proprietățile lui fizice și de condițiile schimbului de căldură cu mediul înconjurător (mărimea α) și nu depind de distribuția inițială a temperaturilor, de coordonate și de timp.

Analizînd ecuația (4) se observă că, în perioada inițială de răcire, la valori mici ale

lui τ, cîțiva termeni ai seriei care urmează după primul, sînt de același ordin ca și primul termen. La creșterea lui τ, seria descrește și fiecare termen următor al seriei devine foarte mic în comparație cu cel precedent. În cazul cînd τ depășește, cu o anumită valoare determinată (τ_1), suma termenilor seriei este mică

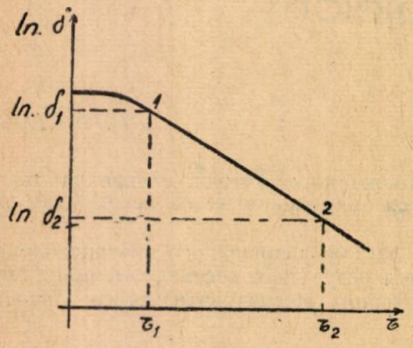


Fig. 1

și se deosebește puțin de primul termen. De aceea, în ecuația (4), ne putem limita la primul termen, adică se va considera :

$$\delta = A_1 U_1 e^{-m_1 \tau} \qquad (5)$$

în care : $\tau \geqslant \tau_1$

Dacă răcirea corpului durează un timp suficient de lung încît τ poate fi considerat infinit, atunci are loc o stare care corespunde lui $\delta \to o$ sau $t \to t_m$.

Rezultă deci că procesul de răcire a unui corp, într-un mediu cu temperatura constantă, se poate împărți în două perioade.

1. Perioada inițială care corespunde lui $0 < \tau < \tau_1$. Distribuția temperaturii în corp se produce după ecuația (1) și, în decursul întregei perioade, se menține influența distribuției inițiale a temperaturii.

2. Perioada care corespunde lui $\tau_1 < \tau < \infty$. Cîmpul de temperatură este reprezentat cu precizia dată de ecuația (5), din care se deduce că distribuția temperaturii în corp, este determinată de funcția U_1 și pentru oricare distribuție inițială a temperaturilor, variația temperaturii, în funcție de timp, se produce după o funcție exponențială, deoarece A_1 este considerat un factor constant. Din ecuația (5) rezultă :

$$\frac{1}{\delta}\frac{\partial \delta}{\partial \tau} = -m \qquad (6)$$

Cu alte cuvinte, variația relativă a temperaturii, în orice punct al corpului, în unitate de timp, nu depinde de coordonatele acestui punct. Viteza relativă a variației temperaturii corpului, egală cu m (se omite indicele lui m) poate fi ușor determinată experimental.

Aplicînd logaritmii în ecuația (5) se obține :

$$ln\ \delta = -m\ \tau + ln\ A_1 U_1$$

ceea ce ne arată că logaritmul temperaturii, în oricare punct al corpului, variază liniar în funcție de timp.

Dacă se răcește un corp și se alege în interiorul lui un punct oarecare, în care se măsoară temperatura în funcție de timp, se obține diagrama $ln\ \delta = f(\tau)$ reprezentată în fig. 1. În cazul $\tau > \tau_1$, diagrama corespunde ecuației dreptei :

$$ln\ \delta = -m\ \tau + c$$

în care c este o constantă.

Mărimea m este egală cu tangenta unghiului de înclinare a dreptei față de axa absciselor. După alegerea punctelor 1 și 2 pe porțiunea liniară a diagramei, mărimea lui m poate fi calculată după :

$$m = \frac{ln\ \delta_1 - ln\ \delta_2}{\tau_2 - \tau_1} \qquad (7)$$

În continuarea teoriei se demonstrează că difuzibilitatea termică a, este egală cu produsul dintre m și constanta de formă a corpului K adică :

$$a = K.\ m$$

Valorile lui K, pentru diferitele forme, sînt date de următoarele formule :

— Pentru forma cilindrică

$$K = \frac{1}{\left(\frac{2{,}4048}{R}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{L}\right)^2} \qquad (9)$$

— Pentru forma sferică

$$K = \left(\frac{R}{\pi}\right)^2 . \qquad (10)$$

Dacă se cunoaște difuzibilitatea termică a, conductivitatea termică λ se calculează după formula :

$$\lambda = a.\rho.c. \text{ sau } \lambda = K.\ m.\ \rho.\ c. \qquad (11)$$

în care ρ este masa specifică și c căldură specifică.

Trebuie subliniat cazul în care proba ce se încearcă se acoperă cu un înveliș dintr-un alt material (de exemplu la încercarea materialelor granuloase). În acest caz formulele constantei K, date mai sus, necesită o corecție în funcție de valoarea lui α, la care se produce răcirea.

În cazul cînd învelișul este confecționat din metal (cupru, argint), valoarea $\alpha \to \infty$ și învelișul nu exercită o influență vizibilă asupra procesului de răcire a corpului și formulele (9) și (10) rămîn valabile. Cînd învelișul este confecționat dintr-un material termo-izolant (sticlă, celuloid), α nu mai tinde către infinit, și constanta K nu mai este un parametru pur geometric, ci depinde de proprietățile fizice ale învelișului și ale materialului inclus în el. Pentru învelișuri sferice, cu pereți subțiri,

coeficientul K poate fi calculat cu formula aproximativă :

$$K = \left(\frac{R}{\pi}\right)^2 \left[1 - \frac{2b}{R}\left(1 - \frac{\lambda}{\lambda_{inv}}\right)\right] \quad (12)$$

în care :

R — raza exterioară a învelişului.

b — grosimea învelişului

λ şi λ_{inv} — conductivităţile termice ale materialului de încercat şi învelişului.

Înlocuind valoarea lui K din (12) în formula (11), găsim pentru conductivitatea termică :

$$\lambda = \frac{m\rho c\lambda_{inv} R^2}{\pi^2 \lambda_{inv} - 2 m\rho cbR}\left(1 - \frac{2b}{R}\right) \quad (13)$$

Bazîndu-ne pe această teorie, elaborată de G. M. Kondratiev, am construit şi experimentat, în laboratorul de termometrie al Institutului de metrologie, un aparat pentru măsurarea conductivităţii termice a materialelor granuloase şi pulverulente, aparat a cărui descriere şi mod de utilizare sînt redate în rîndurile ce urmează.

Descrierea instalaţiei

Instalaţia se compune din două părţi : învelişul care conţine materialul de încercat şi elementul pentru măsurarea temperaturii. Învelişul a fost confecţionat din cupru şi are forma de cilindru, aşa cum arată fig. 2. Înălţimea cilindrului este de 80 mm, diametrul de 50 mm şi grosimea peretelui de 1,2 mm.

Dispozitivul se compune deci dintr-un cilindru de cupru (1) în care se înşurubează capacul de cupru (2). În acest capac se înşurubează capătul unei ţevi scurte tot din cupru (3).

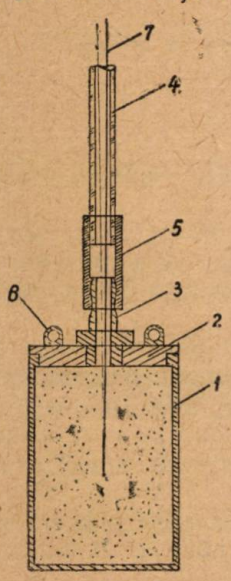


Fig. 2

Această ţeavă se prelungeşte cu un tub de sticlă (4) prin racordare cu tub de cauciuc (5). Capacul paharului are două cîrlige de susţinere (6). Tot dispozitivul atîrnă pe două fire de nylon. Ca element sensibil pentru măsurarea temperaturii s-a folosit un termocuplu Fe — Const. cu capacitate calorică mică (7), a cărei forţă electromotoare a fost măsurată cu un compensator de clasa 0,5.

Electrozii izolaţi ai termocuplului se introduc, prin tubul de sticlă şi cupru, în materialul de încercat.

Poziţia sudurii în interiorul materialului nu are importanţă, după cum rezultă din teoria metodei.

Totuşi este mai comod să se măsoare temperatura introducînd sudura în apropierea axei verticale a cilindrului, la o adîncime de 1/2 pînă la 1/3 din înălţimea lui.

Tubul din centru are rolul de a ţine termocuplul într-o poziţie fixă. Pentru a se evita pierderile de căldură în timpul măsurării prin tub, ţeava de cupru este numai de 10 mm.

Pentru o manevrare uşoară, întregul dispozitiv este atîrnat cu ajutorul firelor de nylon pe o clemă specială, fixată de un stativ. Tot pe acest stativ se găseşte o altă clemă care fixează capetele libere ale electrozilor termocuplului.

Am ales forma cilindrică pentru uşurinţa construcţiei. Evident că şi alte forme geometrice (prizmatice sau sferice) pot fi utilizate pentru realizarea aparatului.

Modul de lucru

Conductivitatea termică este în funcţie, între altele, şi de umiditatea materialului, mai cu seamă la materialele granuloase sau pulberi. De aceea, înainte de a introduce materialul în cilindru, trebuie determinat procentul de umiditate. De asemenea, pentru valoarea conductivităţii termice găsite, se indică şi procentul de umiditate la care s-a făcut determinarea.

Pentru a da un indice asupra gradului de tasare amintim că, în formula finală a lui λ, intervine şi masa specifică ρ a materialului. În conformitate cu relaţia $\rho = \frac{m}{v}$, pentru fiecare volum, la o densitate oarecare a materialului de încercat, corespunde o masă bine determinată. Cu masa care rezultă din această relaţie am umplut cilindrul pînă la refuz. După această operaţie s-a acoperit cilindrul cu capac şi s-a introdus termocuplul la o adîncime de circa 1/2 din înălţimea totală. Inaintea determinării propriu-zise, trebuie pregătite condiţiile de răcire a corpului aparatului. Pentru a realiza o răcire satisfăcătoare, în aşa fel încît temperatura mediului t_m, în care se produce răcirea, să fie constantă, am utilizat două termostate cu apă Höppler (vezi Metrologia aplicată nr. 7, iulie 1956 „Metode şi aparate de termostatare folosite în măsurări" de M. Solomon şi Fl. Cosmiţă). În una din aceste băi am introdus cilindrul nostru, umplut cu nisip de mare, închis etanş ca să nu pătrundă apa în interior. De asemenea, ţeava de cupru a fost introdusă în apa termostatată. În această bae s-a reglat temperatura la 45°C. În acelaşi timp s-a pregătit şi al doilea termostat Höppler, reglat pentru temperatura de 25°C.

Pentru a evita influenţa variaţiei de temperatură la capetele libere ale termocuplului, datorită căldurii furnizată de motorul băii, termocuplul s-a prelungit cu cablul de compensare. Sudura rece s-a menţinut, tot timpul determinării, la punctul de topire al gheţii, deci la 0°C.

În momentul în care termocuplul introdus în materialul de încercat, indică temperatura

de 45°C, deci temperatura băii în care se găseşte, se poate trece la determinarea propriu-zisă. Pentru aceasta se scoate cilindrul din baia menţinută la 45°C şi se introduce în baia menţinută la temperatura de 25°C. Imediat după

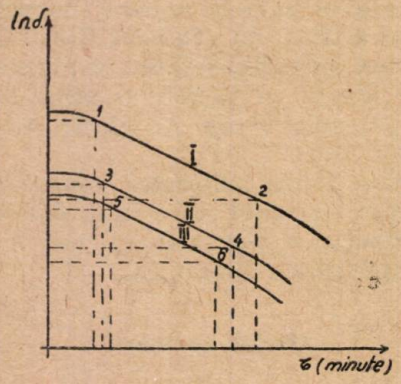


Fig. 3

această operaţiune se începe măsurarea temperaturii în timp.

În determinările noastre am efectuat măsurarea temperaturii din 30 în 30 de secunde. Am găsit astfel un şir de valori pentru t. S-a repetat apoi determinarea cu diferite imersii ale termocuplului, în materialul de încercare. (pentru 1/3 şi 2/3 din înălţimea toatală). Din cele trei şiruri de determinări am putut trage concluzii asupra invariabilităţii rezultatului, în funcţie de adîncimea termocuplului şi de poziţia lui.

Efectuarea calculelor

În urma măsurărilor am obţinut o serie de valori date de termocuplu în mV. Aceste valori în mV au fost transformate în grade Celsius cu ajutorul curbelor internaţionale. Din valorile temperaturii t, astfel găsite, s-a scăzut temperatura mediului t_m pentru a găsi valoarea lui δ. ($\delta = t - t_m$).

S-a calculat apoi $ln\ \delta$ pentru cele trei curbe obţinute (fig. 3). Din această reprezentare grafică, a celor trei curbe, se pot trage următoarele concluzii :

1. Indiferent de temperatura primei băi, în care s-a încălzit corpul, în timpul răcirii, curbele sînt liniare şi paralele pe o porţiune suficient de mare.

2. Indiferent de poziţia relativă a porţiunilor paralele, raportul este acelaşi, cu exactitate suficient de mare (această exactitate va fi unul dintre indicii preciziei aparatului).

3. Este de preferat ca diferenţa dintre temperaturile t şi t_m să fie în general între 20 şi 30°C, deoarece în acest caz porţiunea dreaptă a curbei este mai lungă (vezi curba nr. 1).

4. Caracterul de linie dreaptă a porţiunii respective şi paralelismul cu celelalte nu este influenţată de poziţia termocuplului. După alegere, pe fiecare curbă a porţiunii drepte (punctele 1, 2, 3, 4, 5 şi 6, în fig. 3), s-a calculat valoarea lui m din (7), timpul fiind luat în ore. S-a calculat apoi constanta K din (9), iar din (11) valoarea conductivităţii termice.

Pentru efectuarea calculelor sînt necesare unele indicaţii. Conductivitatea termică este dată de formula :

$$\lambda = K.m.\rho.c \qquad (14)$$

Pentru a găsi conductivitatea termică în $\frac{k\ cal}{mh°C}$ trebuie să cunoaştem valorile din formula (14) în următoarele unităţi :

$$c \text{ — în } \frac{k\ cal}{kg°C}\ ;\ \rho \text{ — în } \frac{kg}{m^3}\ ;\ a \text{ — în } \frac{m^2}{h}$$

deci pe K în m^2 şi pe m în 1/h ;
de aceea trebuie ca raza (R) şi înălţimea cilindrului (L), din formula lui (K), să fie dată în metri, iar raportul care exprimă pe m se înmulţeşte cu 60, dacă timpul a fost măsurat în minute, pentru a găsi valoarea lui m în 1/h.

Pentru a trece la alte unităţi se folosesc relaţiile : $1\frac{k\ cal}{mh°C} = 2{,}777.10^{-4}\frac{k\ cal}{ms°C} =$

$$= 2.777.10^{-3}\frac{cal}{cms°C} = 1.622\ \frac{W}{m°C}.$$

Cele trei valori găsite pentru cele trei şiruri de determinări au fost :

$$\lambda_1 = 0{,}2340\ ;\ \lambda_2 = 0{,}2342\ ;\ \lambda_3 = 0{,}2339,$$

toate exprimate în $\frac{k\ cal}{m\ h°C}$.

Umiditatea nisipului la care s-a făcut determinarea a fost de 0,248 %.

Se observă că abaterea rezultatelor, între ele, este mai mică de 0,5 %, ceea ce înseamnă o creştere esenţială a preciziei faţă de metodele staţionare.

Metoda descrisă este simplă şi poate fi realizată în orice unitate. Durata determinării este de maximum două ore, asigurînd o precizie — în funcţie de precizia cu care se cunoaşte valoarea densităţii şi a căldurii specifice — de 0,5 . . . 1 %.

Credem că metoda ar putea servi şi la determinarea conductivităţii termice a lichidelor.

Dispozitiv pentru măsurarea succesivă a intensității curentului pe fiecare fază la electromotoare

STRĂJESCU PAUL și *TUTOVEANU ANATOL*

Статья знакомит с приспособлением для пофазного последовательного измерения напряжения тока трехфазовых электромоторов. Дается описание этого приспособлении и его конструктивных деталей, способ работы и делается вывод относительно представляемых этим приспособлением преимуществ при эксплуатации.

—

L'article contient la description d'un dispositif pour la mesure, sur chaque phase et successivement, de l'intensité du courant des électromoteurs triphasés. On donne des détails de construction, on indique le mode de fonctionnement et on tire des conclusions sur les avantages présentés par cet appareil.

In operațiunile de verificare și control a electromotoarelor eșite din fabricație, a celor reparate sau rebobinate în atelierele de întreținere electrică din întreprinderi, precum și în cazul examinării acelor electromotoare ce prezintă anomalii în funcționare, se impune măsurarea succesivă a curentului pe fiecare fază.

Această operație este necesară atît pentru a determina intensitatea de pornire, cît și pentru a măsura curentul pe fiecare fază, după un anumit timp de funcționare în gol și în sarcină.

In mod obișnuit, atît pe tablourile de distribuție electrică de la uzine, cît și pe tablourile de încercări din ateliere, se găsește numai un singur ampermetru montat pe una dintre faze, astfel că nu se dau indicații decît asupra încărcării pe faza respectivă a electromotorului verificat.

Pentru a se măsura amperajul și pe celelalte două faze trebuie schimbate legăturile la placa de borne, ceea ce pe lîngă pierderea de timp, poate să ducă uneori la legături greșite, inversarea sensului de rotație al electromotorului etc.

In afară de aceasta, pot scăpa observației controlului, electromotoarele ce ar prezenta încărcări anormale pe una din fazele pe care nu este montat ampermetrul, iar consecința va fi, ceva mai tîrziu, arderea bobinajului.

Pentru a înlătura inconvenientele enumerate mai sus, în uzinele Mao-Tze-dun, s-a construit cu mijloace proprii un dispozitiv pentru măsurarea succesivă a intensității curentului la electromotoare pe fiecare fază.

Descrierea aparatului și detalii de construcție

Aparatul se compune dintr-o cutie paralelipipedică (fig. 1) cu pereții laterali și fundul format din plăci de pertinax de 5 mm, prinse în rame metalice de tablă de 1 mm.

Placa superioară executată din pertinax sau textolit de 30 mm (fig. 3), are contactele R, S, T, U, V, W, confecționate din bare de cupru de 20/5 mm, ce sînt legate prin spatele plăcii

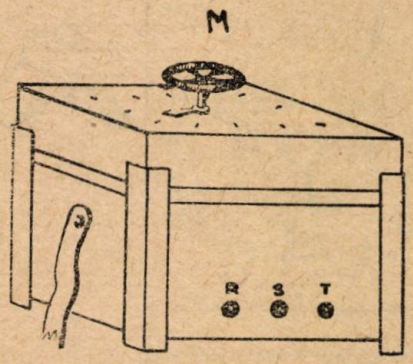


Fig. 1

cu conductori de cupru de ∅17 (montați în interiorul cutiei) la bornele laterale R, S, T, la care se face conectarea la rețea și la bornele U, V, W, de pe peretele opus al cutiei care face legătura cu bobinajul statorului electromotorului

Contactele superioare R, S, T, U, V, W, sînt îngropate în placa de pertinax, eșind în exterior cu 4 mm, muchiile lor laterale sînt

rotunjite şi înclinate pentru ruperea contactelor cu periile.

Deasupra contactelor superioare R, S, T, U, V, W, se mişcă solidar trei perii executate din tablă de cupru de 0,5 mm, strînse în şurub şi piuliţă, presate pe contacte cu o lamă de arc

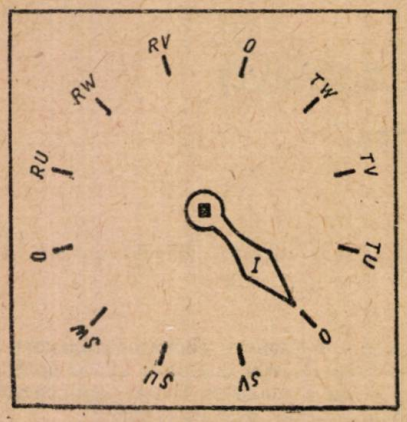


Fig. 2

şi bine păsuite pentru a călca perfect pe contacte (fig. 3).

Cele trei perii se mişcă solidar, fiind decalate între ele cu un unghi de 120°.

Ele sînt fixate în braţe de ebonit, pertinax sau textolit şi sînt manevrate cu ajutorul unei roţi masive M (fig. 1), fixată printr-un ax central al suportului port-perii.

Pentru a evita atingerea accidentală a contactelor de către manipulant, între roata de manevră M şi placa de contacte se montează un capac de pertinax de 1 mm (fig. 2).

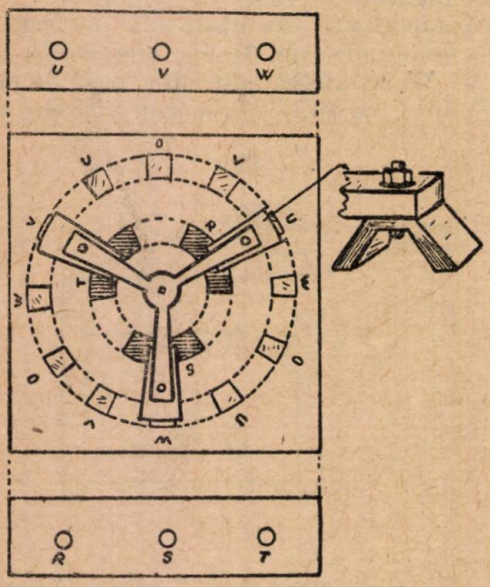


Fig. 3

Deasupra capacului este montat solidar cu axul un limb indicator I care se roteşte odată cu manivela M.

Prin rotirea sa limbul indicator arată în dreptul inscripţiilor de pe capac, poziţia periilor şi deci conexiunea fazei respective de la reţea, unde se află montat ampermetrul, cu faza bobinajului statorului a cărui intensitate dorim s-o măsurăm.

Funcţionare

— *In poziţia* 0, schiţa 4 *a*, curentul de la reţea nu intră în motor.

— *In poziţia 1*, schiţa 4 *b*, periile s-au deplasat stabilind contactele *RU*, *SV*, *TW*. Ampermetrul montat pe faza *R* de la tablou, măsoară intensitatea în bobina *U* de la electromotor.

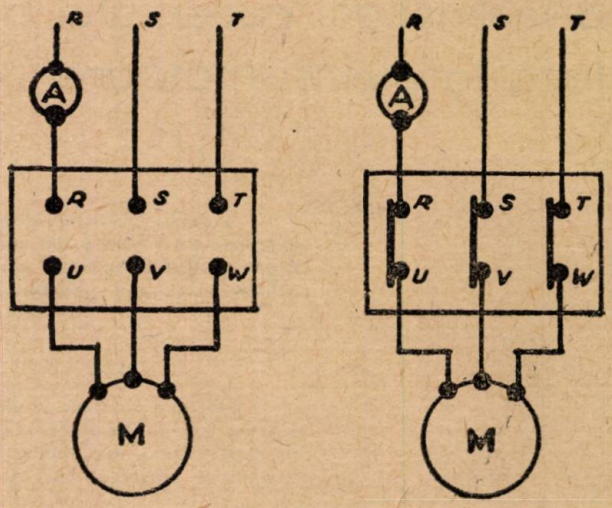


Fig. 4 a şi 4 b

— *In poziţia 2*, schiţa *4 c*, periile s-au deplasat stabilind contactele *RV*, *SW*, *TU*. Ampermetrul montat pe faza *R* de la tablou, măsoară amperajul în bobina *V* de la statorul electromotorului.

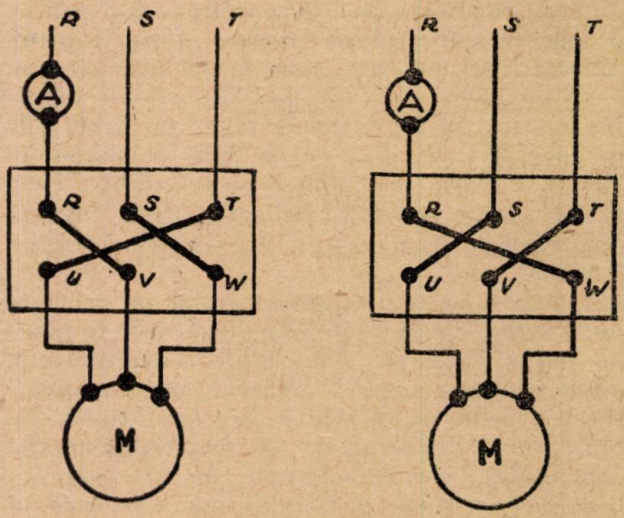


Fig. 4 c şi 4 d

— *In poziţia 3*, schiţa 4 *d*, periile s-au deplasat stabilind contactele *RW*, *SU*, *TV*. Ampermetrul montat pe faza *R* de la tablou, măsoară amperajul din bobina *W* a statorului electromotorului.

Avantatajele dispozitivului realizat

— In primul rînd, cu ajutorul lui se rezolvă problema măsurării curentului pe fiecare fază la motoarele electrice, cu un singur ampermetru, fără a mai fi necesară oprirea motorului şi comutarea manuală a legăturilor.

— In al doilea rînd, se înlătură eventualele greşeli de conexiune; conexiunile făcîndu-se cu ajutorul dispozitivului în mod automat şi succesiv, fără ca electromotorul să-şi schimbe sensul de rotaţie.

— Noul tip de dispozitiv permite măsurarea amperajului pe fiecare fază, fără să se schimbe condiţiile de lucru ale motorului (cazul în care electromotorul se află în sarcină).

— Pe baza utilizării dispozitivului se economisesc două ampermetre, plus materialele şi manopera necesară modificării tablourilor existente. In acelaşi timp, citirile făcîndu-se pe unul şi acelaşi ampermetru, se măsoară curentul pe toate fazele, eliminîndu-se erorile posibile datorite diferenţelor de precizie ale aparatelor diferite. Dispozitivul uşurează munca aceluia care face probele, acestea reducîndu-se la o simplă rotire a comutatorului.

— Aparatul în forma propusă poate fi montat chiar pe tablourile de distribuţie electrică din centrale sau ateliere lîngă aparatele de măsură, astfel că în fiecare moment se poate urmări încărcarea pe fiecare fază a circuitelor.

Menţionăm că se poate monta un ampermetru chiar pe una din feţele laterale ale casetei aparatului şi în acest caz, dată fiind uşurinţa şi mobilitatea aparatului, acesta poate fi transportat pentru măsurători la electromotoarele macaralelor în funcţiune, pe podurile rulante, sau la electromotoarele mari ce nu pot să fie transportate cu uşurinţă în ateliere pentru verificare.

Aparatul descris a fost dimensionat pentru un curent de 400 amperi, superior curentului întîlnit în mod curent în uzine.

In eventualitatea că ar fi necesară măsurarea unor intensităţi mai mari, se dimensionează plăcile de contact şi conductorii după tabelele ce dau sarcinile admisibile maxime.

Aparatul se află în funcţiune la Uzinele metalurgice Mao-Tze-dun, dînd bune rezultate în producţie şi uşurînd munca electricienilor.

INDRUMATOR LEGISLATIV

Cu privire la folosirea autorizaţiilor eliberate de Direcţia Generală de Metrologie

Potrivit prevederilor art. 15 al decretului 21—1954, toate unităţile din sectorul de stat cît şi toţi acei din sectorul particular, care fabrică, construiesc, importă, vînd, închiriază şi repară măsuri şi aparate de măsurat, sînt obligaţi să posede o autorizaţie eliberată de Direcţia Generală de Metrologie.

Prevederile menţionate au fost dezvoltate prin instrucţiunile nr. 120 din 8 iunie 1954, elaborate de D.G.M., care reglementează eliberarea autorizaţiilor.

Eliberarea autorizaţiilor pentru operaţiile metrologice prevăzute în lege, nu trebuie considerate ca o simplă formalitate scriptică sau ca un mijloc de a se percepe o taxă.

Operaţiile metrologice legate de import, fabricaţie, reparare etc., trebuie să fie efectuate potrivit indicaţiilor date de Direcţia Generală de Metrologie, coordonate şi uniformizate pe întreg cuprinsul ţării. Evidenţa celor autorizaţi trebuie să fie la zi în orice moment, pentru ca aceştia să poată fi controlaţi în activitatea lor, îndrumaţi cînd sînt în deficienţă şi sancţionaţi atunci cînd nu-şi îndeplinesc în mod sistematic obligaţiile.

Cei autorizaţi, nu trebuie să creadă că, fiind în posesia unei autorizaţii, pot să-şi exercite obiectul acesteia oricum, fără a ţine seamă de prevederile legale din cadrul legislaţiei metrologice şi a instrucţiunilor în vigoare.

Se ştie că eliberarea unei autorizaţii este subordonată îndeplinirii unor condiţiuni prealabile tehnico-economice ca: local adecvat, utilaj corespunzător, tehnicieni calificaţi, nevoi locale legate de îndeplinirea planului de stat etc.

Aceste condiţii trebuie să existe în orice moment; ele trebuie mereu îmbunătăţite, pentru a corespunde cu tehnica nouă, cu progresul ştiinţei.

Organizarea muncii, îndeplinirea obligaţiilor ce rezultă din autorizaţie, modul de executare al lucrărilor şi, mai ales, respectarea dispoziţiilor legale metrologice sînt de asemenea condiţii legate de obiectul autorizaţiei.

S-a constatat că, încă din momentul obţinerii autorizaţiei, mulţi dintre cei autorizaţi trec peste obligaţiunile legale, din care cauză condiţiile necesare menţinerii unei asemenea autorizaţii nu mai sînt îndeplinite.

Sînt destul de numeroase sezisările în acest sens, în special în sectorul reparării aparatajului metrologic sau al instalaţiilor sub presiune, al închirierii măsurilor şi aparatelor de măsurat, al oficiilor publice de cîntărire, al fabricării de aparate de măsurat fără model omologat, etc.

Pînă acum, atunci cînd s-au constatat astfel de deficienţe, organele metrologice s-au mărginit numai la recomandări. Trebuie însă atrasă atenţia, atît organelor de control D.G.M., cît şi a celor ce posedă autorizaţii, că este timpul şi se intre în legalitate.

Nerespectarea condiţiilor necesare pentru menţinerea autorizaţiei atrage după sine nu numai retragerea acesteia, dar şi sancţionarea faptului, care, conform legislaţiei în vigoare, este considerat infracţiune penală (art. 268[1], 242, 245 etc).

Dată fiind importanţa din ce în ce mai mare a activităţii metrologice în stat, este o datorie a noastră să atragem, din timp, atenţia celor ce posedă autorizaţiile prevăzute de art. 15 din decretul 21—954 şi art. 1 din instrucţiunile nr. 120—954, să revizuiască dacă mai îndeplinesc condiţiile necesare menţinerii autorizaţiei. Atunci cînd este cazul, este bine ca cei interesaţi să ia legătură cu organele locale de control şi verificare spre a fi ajutaţi să reintre în legalitate, spre a se evita retragerea autorizaţiilor şi sancţionarea atunci cînd se va începe o concretă verificare pe teren a tuturor celor autorizaţi.

PROBLEME ECONOMICO-ORGANIZATORICE ALE METROLOGIEI APLICATE

Ridicarea conținutului muncii metrologice

Ing. LIVIU IOANOVICI

В рамках настоящей статьи подвергаются анализу возможности улучшений метрологической деятельности, с целью их применения при технологических процессах на производстве. Следуя этой задаче, указываются методы, которые считает автор наиболее подходящими для достижения поставленной цели.

★

L'auteur analyse les possibilités d'améliorer l'activité métrologique dans les entreprises industrielles, de manière qu'elle puisse y aider le déroulement normal du processus tehnologique. Dans ce but, l'auteur indique les méthodes qui, à son avis, sont les meilleures.

În cadrul prezentului articol, vom analiza posibilitățile îmbunătățirii muncii de metrologie, atît în ceea ce privește efectuarea verificărilor de stat, cît și a verificărilor interne metrologice. Pentru atingerea obiectivului propus, ne călăuzim de următoarele principii :

— îmbunătățirea conținutului muncii de metrologie, în vederea aplicării tehnicii măsurărilor de precizie la procesele tehnologice ale întreprinderilor ;

— simplificarea metodelor de muncă ;

— întărirea disciplinei metrologice în întreprinderi.

Recent, Direcția Generală de Metrologie, ținînd seama observațiile de fond ale ministerelor interesate, a elaborat instrucțiuni pentru organizarea supravegherii interne a mijloacelor de măsurat în instituții și întreprinderi, instrucțiuni care contribuie, în mare măsură, la întărirea principiilor expuse.

Pentru a se da însă un conținut din ce în ce mai adînc activității legate de problemele metrologice, este necesar să se treacă și la alte măsuri în scopul sprijinirii introducerii în întreprinderi a tehnicii noi, prin mecanizarea și automatizarea proceselor de producție. Aceste obiective nu pot fi atinse, dacă nu se dispune în același timp de mijloace de măsurare în număr suficient, precise și judicios utilizate.

În lumina celor arătate, apar evidente sarcinile principale ale activității de metrologie :

— supravegherea mijloacelor de măsurare și

— aplicarea tehnicii măsurărilor în procesele tehnologice ale întreprinderilor.

Organele chemate să ducă la îndeplinire aceste sarcini sînt :

— unitățile metrologice din întreprinderi și

— organele Direcției Generale de Metrologie.

În munca acestor organe este deci necesar să existe o colaborare armonioasă, fără suprapuneri, pentru ca din această colaborare să rezulte acțiunea pentru efectuarea de măsurări exacte, cu mijloace de măsurare precise.

Plecînd de la sarcinile muncii de metrologie, anterior definite, în cele ce urmează vom căuta să schițăm unele principii în vederea traducerii lor în practică.

Supravegherea mijloacelor de măsurare. În fiecare instituție și întreprindere, există metrologi șefi și metrologi care răspund de exercitarea acțiunii de supraveghere a măsurilor și aparatelor de măsurat.

Așa cum am arătat și în numărul 6/55 al revistei „Metrologia aplicată", în cadrul M.I. M.C.M. s-a organizat o rețea metrologică pe principiul teritorial, cuprinzînd o serie de laboratoare metrologice de verificări și ateliere de reparat aparate de măsurat. Prin această rețea se exercită, în întreprinderi, supravegherea internă a mijloacelor de măsurare, ponderea în rețea punîndu-se pe domeniul lungimilor. O dezvoltare corespunzătoare este prevăzută și pentru sectorul termo-tehnic și al maselor, care influențează în mod direct atît calitatea producției, cît și consumurile specifice, contribuind totodată la stabilirea unor norme de consum juste.

Este necesar să precizăm aci, în mod hotărît, că activitatea de metrologie nu este și nu poate fi ruptă de producție.

Între organele metrologice din întreprinderi și cele ale controlului tehnic trebuie să existe o colaborare perfectă, deoarece metrologia are ca sarcină verificarea aparatajului metrologic și asigurarea unei judicioase și corecte utilizări a acestuia, iar controlul tehnic efectuează

verificarea calitativă a producției folosind aparataj metrologic.

Din cele expuse, se pot trage și unele concluzii privind organizarea metrologiei în cadrul întreprinderilor. Astfel, la combinate și întreprinderi de gradul zero, ca unități independente în subordinea directă a conducătorului acestora, controlul calitativ, din punct de vedere metrologic, trebuie să-i fie subordonat. La restul întreprinderilor de grad mai mic, unitatea metrologică trebue să funcționeze în cadrul serviciului de control tehnic.

Prin schema de verificare, care constituie un mijloc științific pentru executarea supravegherii mijloacelor de măsurat, se îmbogățește și se ridică conținutul muncii de metrologie în fiecare întreprindere, ea constituind în același timp și profilul metrologic al acesteia.

Pentru a se ajunge la schema de verificare, apreciem că nu este absolut necesar să se întocmească tabela mijloacelor de măsurare, preconizată prin instrucțiunile D.G.M, SI nr. 1/56. Aceasta poate fi înlocuită cu o cartotecă just organizată și vie în același timp. În acest scop este absolut necesar ca fișele de verificare a utilajului de măsurat existent în fiecare întreprindere, să se grupeze, în special în cazul întreprinderilor mari, pe domenii și fel de mijloace de măsurat, în funcție de locul lor de utilizare, pe clase de precizie și limite de măsurare. Pentru a se putea întocmi schema de verificare, se va avea în vedere ca pentru utilajul necesar și disponibil, să se prevadă fișe cu indicative speciale, de exemplu, culori diferite sau barate cu dungi colorate: disponibil dungi galbene, necesar dungi roșii etc.

Aplicarea tehnicii măsurărilor de precizie la procesele tehnologice. În vederea realizării acestei sarcini, este necesar să se creeze condiții corespunzătoare de tehnicitate. Organizarea de cursuri pentru ridicarea cunoștințelor profesionale ale metrologilor și ale tuturor acelora care mînuiesc aparate de măsurat, constituie un mijloc în vederea îndeplinirii obiectivului propus.

Un astfel de curs de informare metrologică, la care au participat metrologii și controlorii din cele mai importante întreprinderi din cadrul ministerului, a fost organizat în luna noiembrie 1956 la laboratorul metrologic al Uz. „21 Decembrie" după modelul celor ținute la Uz. „C. Zeiss" — Iena.

Acest curs a avut ca obiectiv principal studiul domeniului lungimilor, cu un accent deosebit asupra tehnicii măsurărilor roților dințate, a suprafețelor tehnice și a mijloacelor de măsurat optice. Din analiza conținutului acestor cursuri, precum și din modul cum cursanții și-au însușit materialul predat, rezultă că, în unele întreprinderi s-au creat condiții corespunzătoare pentru ca metrologii să aplice cu folos tehnica măsurărilor de precizie la procesele tehnologice respective.

Trebuie să insistăm asupra necesității absolute a colaborării metrologilor cu tehnologii din întreprinderi, la stabilirea sistemului just de măsurare în fișele de operații, precum și a modului efectuării măsurărilor.

Un element care contribuie la întărirea disciplinei metrologice și care este un factor hotărîtor în folosirea corectă a mijloacelor de măsurare, este aplicarea pe scară întinsă, în toate domeniile, a normelor metrologice privind corecta folosire și mînuire a măsurilor și aparatelor de măsurat. M.I.M.C.M. a elaborat astfel de norme pentru șublere și micrometre. Sînt în curs de definitivare următoarele norme:

— din domeniul lungimilor pentru comparatoare cu cadran, ortoteste, pasametre, microcatoare și

— din domeniul maselor, pentru balanțe compuse obișnuite, bascule zecimale obișnuite, bascule romane obișnuite, bascule pod pentru vehicule rutiere, balanțe tehnice cl. 2 cu coloană.

Apreciem că, în această problemă, Direcției Generale de Metrologie îi revine rolul să coordoneze, între diferitele ministere și organizații economice centrale, acțiunea elaborării normelor, pentru a se antrena în această muncă toți factorii competenți și interesați.

* * *

Din experiența cîștigată pînă în prezent, rezultă că s-au creat, în cadrul ministerului nostru, condiții obiective pentru a se realiza o cotitură însemnată în munca de metrologie. Astfel, unele laboratoare de verificări metrologice și anume cele de la Uz. „21 Decembrie", „Steagul Roșu", „I. C. Frimu", „23 August" și într-un viitor apropiat și cele de la uzinele „Înfrățirea", „Mao-Tze-Dun", „Semănătoarea" etc., se găsesc sau se vor găsi în situația de a efectua verificări interne la un nivel corespunzător.

În concret, apreciem că menționatele laboratoare metrologice, atît din punct de vedere al tehnicității, cît și al dotării cu mijloace de măsurare, prezintă suficientă garanție că verificările pe care le efectuează sînt de calitate corespunzătoare, ne mai fiind necesar să fie urmate de verificarea de stat.

În acest mod se simplifică pe de o parte munca de metrologie pe întreg ansamblu țării, verificarea de stat periodică fiind înlocuită prin sondaje inopinate, determinate de nevoile fiecărei ramuri în parte.

Credem că a sosit momentul ca verificarea de stat să nu se mai preocupe de operațiuni metrologice elementare, cum ar fi de pildă în domeniul lungimilor verificarea șublerelor, micrometrelor și chiar a comparatoarelor cu cadran. Preocupările verificării de stat apreciem că trebuie să se îndrepte acum spre sectoare noi de activitate, spre domenii necuprinse pînă acum, ca: controlul aparatelor pentru stabilirea calității suprafețelor tehnice, a aparatelor de măsurat roți dințate, a microscoapelor de atelier,

de mașini unelte, de scule etc., pentru a se putea realiza deopotrivă, atît o întărire a activității de măsurare în aceste domenii, cît mai ales pentru a se elabora metode uniforme și juste pentru obținerea de rezultate cît mai precise în efectuarea măsurărilor.

În această problemă conchidem cu aprecierea că verificarea de stat trebuie să constituie un organism științific de sprijinire și îndrumare a activității de metrologie în toate întreprinderile, în strînsă colaborare cu organele centrale proprii ale ministerelor.

Pentru a se putea realiza cele propuse prin prezentul articol apare în mod neîndoios necesitatea organizării de laboratoare centrale de verificări, pe domenii, în cadrul supravegherii interne a mijloacelor de măsurat, cu următoarele atribuții:

a) Primirea și păstrarea unității de măsură de la D.G.M.

b) Întocmirea schemei de verificare a mijloacelor de măsurat model ale laboratoarelor metrologice de verificări subordonate, pe care o supune spre avizare Direcției Generale de Metrologie.

c) Avizarea schemelor de verificare ale laboratoarelor metrologice de verificări.

d) Verificarea internă a mijloacelor de măsurat model ale laboratoarelor subordonate.

e) Controlul pe teren a stării tuturor mijloacelor de măsurat ale laboratoarelor subordonate.

f) Asistență tehnică și îndrumarea activității laboratoarelor metrologice subordonate.

g) Verificarea în mod periodic a cunoștințelor personalului laboratoarelor subordonate, în raport cu progresul tehnicii măsurărilor de precizie.

h) Ridicarea cunoștințelor personalului laboratoarelor, precum și a tuturor acelora care mînuiesc mijloacele de măsurat, prin organizarea, în domeniul respectiv de activitate, de cursuri privind tehnica măsurărilor de precizie.

i) Verificarea internă periodică a mijloacelor de măsurat în întreprinderile ministerului, care nu poate fi efectuată de către laboratoarele subordonate.

j) Avizarea normelor metrologice de uz intern privind justa folosire la locul de muncă, mînuirea precum și întreținerea mijloacelor de măsurat, elaborate de către laboratoarele metrologice subordonate.

k) Arbitrarea și rezolvarea litigiilor de măsurări din întreprinderi, în domeniul său de activitate.

l) Elaborarea de principii tehnico-organizatorice privind punerea în funcțiune de laboratoare în domeniul său de activitate prin:

— stabilirea amplasării și dotării minimale a laboratoarelor;

— condiții de funcționare;

— schițe de principiu pentru organizarea laboratoarelor și amplasarea aparatelor.

m) Avizarea proiectelor privind organizarea de laboratoare în domeniul său de activitate.

Prin organizarea de astfel de laboratoare centrale, care ar trebui să aibă precizia actuală a D.V.M.-ului, se va putea ridica conținutul muncii de metrologie la nivelul tehnicii măsurărilor de precizie și se va putea ține în permanență pasul cu progresul tehnic.

Aruncînd o privire de perspectivă în problema organizării rețelelor metrologice ale diferitelor ministere, constatăm că asemenea laboratoare centrale vor fi din ce în ce mai necesare, pe măsură ce numărul laboratoarelor și a punctelor de verificări va crește. Credem că organele verificării de stat, vor avea serioase dificultăți în a le supraveghia în mod direct. Aceasta se poate face cu mult mai mare ușurință și în mod mai eficace prin laboratoarele centrale preconizate, unitatea de măsură fiind transmisă de la D.G.M., prin ele, laboratoarelor subordonate. De asemenea, avizarea schemelor de verificare ale acestora, nu se va putea face în mod concludent, dacă nu se va aplica și în acest caz principiul teritorial, în sensul afectării laboratoarelor de verificări metrologice, unui laborator central.

Prin elaborarea de măsuri tehnico-organizatorice privind punerea în funcțiune de laboratoare metrologice, atît în ceea ce privește amenajarea cît și dotarea lor cu utilaj minimal, laboratorul central al ministerului va fi un sprijin prețios în munca de dezvoltare și îmbunătățire a rețelei metrologice. În acest mod se aduce o contribuție importantă la uniformizarea, pe întreaga țară, a dotării laboratoarelor cu utilaje necesare funcționării lor. Problema uniformizării acestui utilaj are o deosebită importanță, atît în ceea ce privește efectuarea verificărilor propriu zise, cît și mai ales a reparațiilor respective, care pot fi conduse în acest caz mult mai rațional, putîndu-se realiza mult mai ușor o specializare și în acest domeniu.

Laboratoarele centrale, prin tehnicitatea lor, vor deveni organisme puternice de educare și îndrumare a muncii de metrologie pînă la nivelul cel mai înalt al tehnicii măsurărilor necesar gradului de precizie cerut de întreprinderile din sfera de activitate respectivă.

Neîndoios că pentru început se vor ivi dificultăți serioase pentru aducerea la îndeplinire a sarcinilor propuse. Dar aceste greutăți pot fi învinse dacă se privește problema larg prin prisma dezvoltării și ridicării conținutului activității de metrologie, cu sprijinul și contribuția directă a organelor de specialitate din Direcția Generală de Metrologie, atît de la Institutul de metrologie, cît și de la Direcția verificări măsuri și aparate de măsurat. În felul acesta se poate cuprinde în întregime această problemă și va putea fi ridicată la un nivel din ce în ce mai înalt.

Se naște și în acest caz întrebarea: cum trebuie să se organizeze laboratoarele centrale.

Desigur că nu este nici raţional şi nici util ca asemenea laboratoare să existe în toate ministerele. Aşa cum am arătat şi în articolele precedente, este cazul să se urmărească realizarea unei reţele metrologice în ţară, nu pe ministere, ci pe specific de activitate, aceasta pentru a nu se risipi forţele şi pentru a se evita paralelismele şi suprapunerile inutile şi chiar dăunătoare. Este clar că laboratoarele centrale din unele ministere, pot deservi şi laboratoarele de verificări aparţinînd întreprinderilor din alte ministere, cum se întîmplă acum în cadrul supravegherii interne, cu aparatajul de măsurat uzual.

*

* *

Cele arătate în cuprinsul acestui articol nu sînt, după părerea mea, în contradicţie cu actuala legislaţie metrologică, care prevede că lista mijloacelor de măsurare supuse obligatoriu verificării de stat, se stabileşte de către Direcţia Generală de Metrologie. Posibilitatea legală de revizuire a listei aparatelor de măsurat supuse acestei verificări de către D.G.M, reglementează problema din punct de vedere juridic.

Pentru a se putea face însă un salt calitativ în munca de metrologie, este necesar să se revadă întreaga structură organizatorică a metrologiei la noi în ţară. Stabilirea principiilor directoare şi a metodelor de aplicare constituie esenţa problemei. Apare totodată util să se analizeze modul cum a fost aplicată actuala legislaţie metrologică ca, pe baza rezultatelor obţinute şi a deficienţelor constatate, să se poată lua măsurările de îmbunătăţire pentru ca munca de metrologie în întreprinderi, să constitue un mijloc real de sprijinire a tehnicii noi, avansate.

Creînd organelor metrologice locul corespunzător în procesul de producţie şi identificîndu-le cu problemele legate de calitate, vom putea contribui, în mare măsură, la scăderea rebuturilor, deci la mărirea producţiei şi la creşterea productivităţii muncii. Trebuie să dispară concepţia, care din păcate s-a înrădăcinat la unele întreprinderi şi potrivit căreia, în practică, activitatea de metrologie se priveşte separat de problemele legate de fabricaţie.

Numai organizînd munca de măsurare pe aceste principii călăuzitoare, credem că se va putea realiza ridicarea conţinutului muncii metrologice şi deci rezolva, în orice împrejurare, problemele tehnicii măsurărilor.

Automatizarea și mecanizarea în tehnica măsurării*)

W. ECKERKUNST – Inovator emerit

Automatizarea și mecanizarea vor juca în viitor un rol de primă importanță în dezvoltarea industriei. În ce măsură a fost recunoscută și apreciată importanța dezvoltării acestei ramuri de către forurile competente ale guvernului nostru, ne-o arată hotărîrile care privesc acest domeniu, precum și desfășurarea sesiunii tehnico-științifice a construcției de mașini grele, care a avut loc la 4—5 octombrie 1955 la Karl-Marx-Stadt.

Automatizarea are o importanță deosebită în domeniul măsurărilor. În acest articol se va încerca să se dea, cu ajutorul unor exemple și descrieri de aparate, o privire de ansamblu asupra posibilităților existente în domeniul măsurărilor, verificărilor și sortării. În același timp însă se vor da o serie de noțiuni puțin cunoscute pînă în prezent; colegii de specialitate sînt rugați să-și exprime părerea despre justețea, îmbunătățirea sau schimbarea acestor noțiuni. După cum se știe, este mai ușor să se introducă la începutul unei dezvoltări noi, noțiuni juste, care să nu dea loc la confuzii și care sînt lesne de înțeles pentru toți cei interesați, decît să se înlăture mai tîrziu noțiunile greșite. Această chestiune prezintă interes și pentru că la dezvoltarea automatizării participă și lucrările de standardizare. Voi aminti doar o serie de procedee de măsurare din industria lagărelor de alunecare, a căror revizuire sau lărgire va putea deveni necesară odată cu creșterea automatizării tehnicii măsurărilor.

AVANTAJE ȘI CONDIȚII PRELIMINARE LA FOLOSIREA MIJLOACELOR DE MĂSURARE AUTOMATE.

Măsurarea și controlul pieselor în întreprinderile industriale, este una din cele mai importante premise pentru calitatea dimensiunile și interschimbabilitatea produselor fabricate. Persoanele însărcinate cu această muncă poartă o răspundere mare. Depinde de hotărîrea pe care o dă controlorul, în baza indicațiilor aparatelor de măsurat sau a constatărilor făcute cu ajutorul simțurilor și a calibrelor, dacă piesa verificată va fi prelucrată mai departe sau dacă va fi eliminată ca rebut.

Față de această răspundere, eforturile fizice ale verificatorului, de obicei, nu sînt mari. Ele constau, în esență, din scoaterea piesei respective dintr-un recipient și instalarea ei la aparatul de măsurat, iar după efectuarea măsurării punerea ei într-un alt recipient, corespunzător cu starea constatată a piesei. Această operație se repetă continuu și face ca mișcările membrelor participante să devină aproape automate. Conducerea mîinii care depune piesa verificată, în recipientul corespunzător, se face prin ochi, creer și nervi. Operațiunile repetate duc de multe ori la surmenarea acestor organe.

Este normal ca în asemenea condiții să apară o serie de măsurări greșite, mai ales în ultimele ore ale zilei de lucru, sau în schimburile de noapte. Este deci o idee bine venită ca procesul de control să fie executat de către aparate care să funcționeze automat.

În construcția acestor aparate, cea mai mare dificultate nu constă, cum s-ar putea presupune, în transformarea funcțiunilor executate, la verificarea manuală de către ochi, creer și nervi, în procese pur tehnice, ci în punerea și scoaterea piesei de la aparatul de verificat. Soluționarea constructivă a acestor procese trebuie să fie de așa natură, încît să garanteze o funcționare nedefectoasă a automatului de verificare, fără supraveghere continuă. Cu aceasta se dă posibilitatea deservirii mai multor mașini în același timp.

Într-o întreprindere cunoscută, sînt deservite de exemplu douăsprezece automate de către 3 persoane, dintre care un bărbat execută și lucările de montare. Automatele funcționează fără întrerupere în întreprindere, cu 3 schimburi și nu sînt oprite decît scurtă vreme, cînd se reglează pentru o altă mărime a piesei de verificat. Aci se constată din plin

*) Extras din revista Feingeräte Technik, nr. 1/1956.

avantajele folosirii mijloacelor automate de verificare. Randamentul unui automat este de cca. 3 ori mai mare decît la folosirea metodei manuale de verificare. Dacă se ia ca bază o deservire de 4 automate, atunci prin aceste 4 automate se eliberează alte lucrări pentru 11 persoane.

Dar chiar dacă în întreprindere lucrează numai un singur automat rezultă avantaje importante ca :

— micşorarea erorilor de măsurare, pentru că aşezarea pieselor de verificat în poziţia de măsurare se face mereu cu aceeaşi viteză şi din aceeaşi poziţie ;

— micşorarea erorilor cauzate de variaţiile de temperatură, deoarece piesa supusă verificării nu se atinge cu mîna, aşa încît se obţine o constanţă de temperatură mai bună în cazul automatului decît al unui aparat de măsurat deservit manual ;

— eliminarea tuturor erorilor condiţionate psihologic din partea persoanei care execută verificarea, cum ar fi simptome de obosire, erori ale ochilor, efectul influenţelor sufleteşti asupra mersului lucrului din punct de vedere calitativ şi cantitativ, mai ales în timpul schimbului de noapte.

Este poate interesant să se studieze, în legătură cu aceasta, regiunile limită ale metodelor de verificare automată şi statistică.

După cum este cunoscut, scurtarea timpului de măsurare şi de control este posibilă şi în baza calculului de probabilitate, prin verificarea, dintr-un lot mai mare de piese, a unui anumit număr de bucăţi, calculîndu-se apoi, după legi matematice, procentajul probabil de rebuturi. Această metodă se poate aplica principial numai cînd procentajul de rebuturi admis, conţinut în numărul de piese bune, nu are urmări dezavantajoase pentru prelucrările care urmează. În caz contrar, trebuie să aibe loc o verificare de 100 % a pieselor.

Cîteva exemple vor explica cele expuse mai sus. Dacă din 100 de şuruburi pentru montarea maşinilor de birou, o piesă are un defect, de exemplu crestătură unilaterală sau lipsa crestăturii, atunci montorul va arunca acest şurub, iar paguba este în valoare de cîteva zecimi de pfennigi. Aci se poate aplica perfect verificarea şuruburilor prin metode statistice de verificare.

Într-alt exemplu vom vorbi despre rola unui lagăr cu role, care sînt montate în număr mare în lagărele unor arbori cotiţi la vehicule cu motor. Să presupunem că numărul rolelor montate în arborele cotit este de 250. Dacă o singură rolă din acestea este mai groasă cu cîţiva μ ca celelalte, atunci trebuie demontate toate lagărele, pentru că motorul „urlă", după cum sună termenul tehnic. Să considerăm că s-a admis şi aici un procent (1 %) de rebuturi. Aceasta ar însemna că de-a bia printre $250 \times 100 = 25000$ role, este permis să se găsească o rolă proastă.

Trebuie însă să se ţină seama că la montare nu se poate recunoaşte rola defectuoasă. Greşeala se poate constata de-abia la proba de funcţionare a motorului, iar înlăturarea ei necesită demontarea completă a motorului. În acest caz este inevitabilă o verificare 100 % a rolelor.

Situaţia nu este totdeauna atît de clară ca în exemplele arătate. Conducătorul controlului trebuie să ştie să decidă, pentru fiecare caz în parte, care metodă de verificare este cea mai bună.

La introducerea mijloacelor de măsurat automate în întreprinderi mai sînt de considerat, în afara premisei rentabilităţii şi alte puncte importante. Cele mai esenţiale sînt : curăţenia pieselor de verificat, a automatului şi a încăperii de verificare.

La verificarea manuală, în medie, după 10 verificări executate, urmează o curăţire a suprafeţelor de măsurare ale aparatului de verificare. Prin automat pot să treacă zilnic mii de piese de verificat, fără să fie necesară o curăţire a acestuia.

Un alt punct este temperatura constantă a încăperii. Dacă aceasta este asigurată, atunci o verificare a automatului, în ceea ce priveşte precizia funcţionării, este necesară doar la intervale mari de timp. Într-o încăpere de verificare, este de la sine înţeles că, nu este permis să existe trepidaţii ale pardoselii şi pereţilor, cauzate de maşinile care lucrează în încăperile alăturate.

De multe ori se presupune că automatele de verificat, pot lucra în aceleaşi condiţii, ca de exemplu o maşină de frezat sau o presă, adică fără respectarea condiţiilor esenţiale de tehnică a măsurărilor. Bineînţeles că, prin măsuri constructive, automatele au fost în mare parte insensibilizate faţă de influenţele dăunătoare amintite mai sus. Însă nici constructorul de automate nu poate trece peste legile fizicii.

METODE ACTIVE DE MĂSURARE ŞI VERIFICARE

Sîntem obişnuiţi să verificăm piesele după terminarea prelucrării, adică să constatăm dacă dimensiunile sînt în limitele toleranţelor admise.

Ar fi ideal ca maşina de prelucrat, prin aparate de măsurat şi de camandă, montate direct pe ea, să fie astfel condusă încît toate piesele care părăsesc maşina să aibă dimensiunile cerute şi deci să devină inutilă o verificare ulterioară. Acest procedeu se numeşte „metodă activă de măsurare". Principiul de măsurare în sine este fără greşeli. Executarea tehnică a acestui gen de măsurări nu este însă aşa de uşor realizabilă cum ar părea la o privire mai superficială. Să luăm ca exemplu o maşină de rectificat circular. Problema măsurării s-ar putea soluţiona, în modul cel mai simplu, prin aşezarea, în timpul prelucrării, a unui palpator fin pe suprafaţa cilindrică de şlefuit (fig. 1). În acest caz baza măsurării

o formează cele două vîrfuri. Acestea sînt însă fixate pe mașina de șlefuit. Deci, mașina însăși devine o parte componentă a aparatului de măsurare și precizia ei este inclusă în precizia de măsurare accesibilă. În afară de aceasta, aparatul de măsurat indică doar

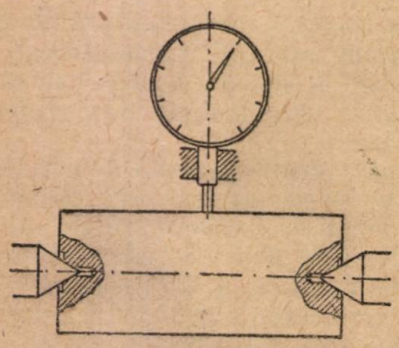


Fig. 1

valoarea razei piesei, pentru diametru valoarea indicată trebuie dublată. Cu aceasta se dublează și eroarea.

Se obțin rezultate mai bune dacă se utilizează ca aparat de măsurat un cadru care să fie agățat în poziție oscilantă față de axa piesei (fig.2) În acest caz, se poate urmări schimbarea diametrului în timpul procesului de șlefuire în raportul de 1 : 1 Precizia accesibilă este în funcție de următorii factori :

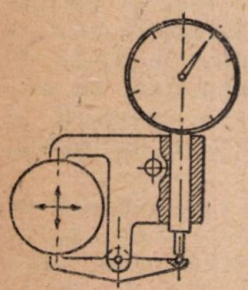


Fig. 2

a) trepidația mașinii din cauza motorului, angrenajului, uneltelor sau a fundamentului ;

b) imposibilitatea de a conduce, la mașinile care există în prezent, mișcările saniei în limite de ordinul micronilor ;

c) încălzirea piesei prin procesul de prelucrare ;

d) falsificarea valorii măsurate prin apa de răcire murdară, care depune între suprafețe și palpator, așchii și nisip provenite de la discul de șlefuire.

Aceste surse de erori sînt reale și nu pot fi neglijate la aplicarea metodelor active de măsurare la mașină.

Nu este posibil să se mărească precizia de lucru a unei mașini-unealtă prin simpla montare pe aceasta a aparatelor de măsurat și de comanda. De aceea, la toate mașinile noi care sînt prevăzute pentru aplicarea metodei de măsurare activă, se ține seama, la construcție, de specificul acestei metode, astfel încît să fie posibilă garantarea unei precizii maxime a pieselor produse de mașină. Printr-o bună conlucrare între construcția de mașini-unelte și construcția de aparate de măsurat, s-au creat toate premisele pentru aceasta (fig.3).

În perspectiva dezvoltării noastre industriale, introducerea metodelor de măsurare activă este pe primul plan. Domeniul de aplicare este atît de mare, încît vor trebui mulți ani de muncă intensivă de dezvoltare, pînă cînd aceste aparate vor deveni un accesoriu de la sine înțeles al mașinii-unelte. Începuturi pentru aceasta există la mașini de rectificat circular, mașini de rectificat suprafețe, mașini de șlefuit fără centre, mașini de honuit, strunguri și mașini de frezat. În afară de aceasta, se utilizează, în măsură și mai mare ca pînă în prezent, mașini automate de control.

De exemplu, la o presă cu alimentare automată s-a instalat la masa de conducere un control automat sub forma unui palpator electric care oprește presa, dacă în talerul de conducere în loc de o platină prevăzută se află două sau nici una. Scopul este să se apere mașinile și uneltele de deteriorare și să se împiedice mersul inutil, în gol, al mașinii, după ce s-a golit magazia (deservire simultană a mai multor mașini).

METODE PASIVE DE MĂSURARE

Din cele expuse anterior se deduce că, prin metode active de măsurare nu se pot obține precizii mai mari decît acelea pe care le dă

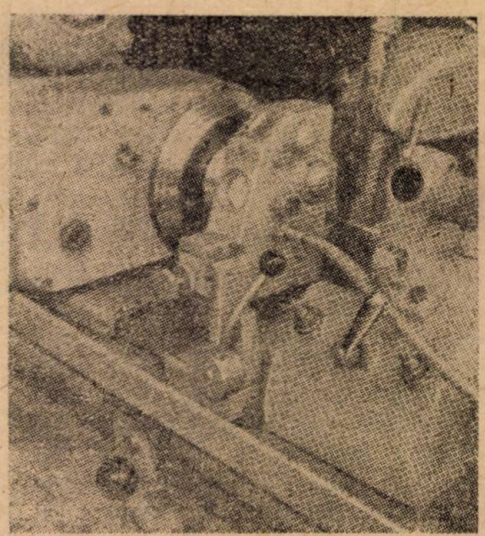


Fig. 3. Aparat de măsurare și de comandă la o mașină de rectificat circular.

mașina. De asemenea nu este posibil să se monteze pe toate mașinile-unelte aparate de măsură și de comandă. De exemplu, la mașinile de lăpuit, care produc piese cu dimensiuni foarte precise și cu suprafețe de calitate superioară, nu este posibil să se monteze un aparat de măsurat la piesa fabricată, care se află între două discuri și este în permanență udată de apa de lăpuire.

În toate aceste cazuri nu se poate aplica decît metoda pasivă de măsurare.

În acest caz, piesa se verifică de-abia după ce a părăsit maşina. Aparatul de verificare nu este în situaţia să comande precizia de lucru a maşinii-unealtă. Foarte des este cazul cînd se aplică pentru montarea părţilor, aşa-numita împerechere prin alegere. Deci, dacă trebuie să se monteze piese, la care precizia de fabricare a maşinii nu este suficientă pentru o funcţionare impecabilă, aceste piese vor fi astfel alese, ca la împerechere precizia să fie mereu în limitele toleranţelor admise, care de obicei sînt foarte mici. Cel mai bun exemplu pentru aceasta sînt corpurile de alunecare ale lagărelor de alunecare. În limita toleranţei de fabricare, piesele trebuie să fie sortate într-un număr mare de grupuri. Această muncă este domeniul de aplicaţie ideal pentru automatul de sortat, care lucrează după metoda pasivă.

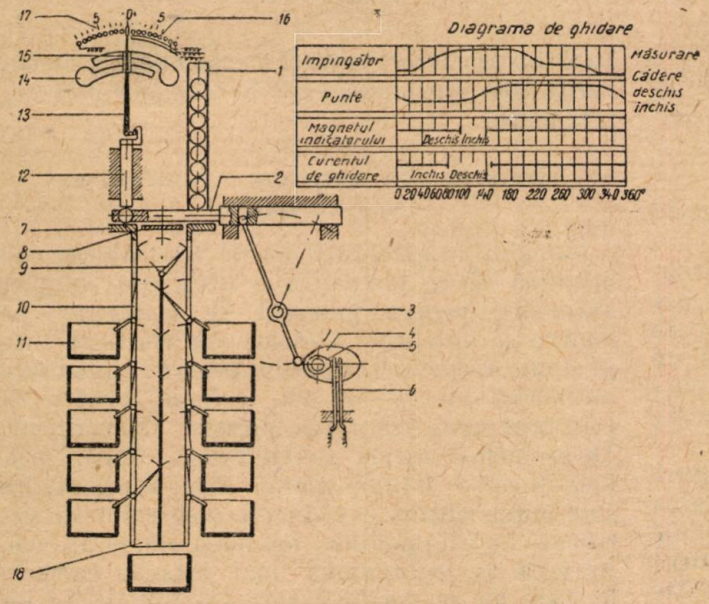


Fig. 4. Schema unui aparat electro-mecanic de măsurat.

Schema unui astfel de automat este arătată în fig. 4.

Modul de funcţionare a automatelor nu face obiectul acestui articol. Trebuie observat doar că, între timp, dezvoltarea nu a stat în loc şi că, prin îmbunătăţirea automatelor, precizia de sortare şi siguranţa modului de lucru au crescut.

Pentru piese mici, cu greutatea pînă la 10 grame, s-a dezvoltat o serie nouă de automate de verificat şi de sortat (fig. 6).

Aceasta a fost necesar pentru a satisface diferitele cerinţe din domeniul verificării pieselor mici. Acumularea valorilor se face aci printr-un palpator de comandă, iar piesele verificate cad într-un canal vertical. Prin aceasta s-a putut mări viteza de sortare cu 60 %.

Nu sînt însă automatizabile numai procesele de sortare simple, ca acelea executate de automatul de sortare descris mai sus. Există, de exemplu, în industria lagărelor de alunecare, verificări la care rezultatul măsurării trebuie determinat matematic din mai multe valori măsurate. La inele este necesară o verificare pentru automatizarea căreia se analizează

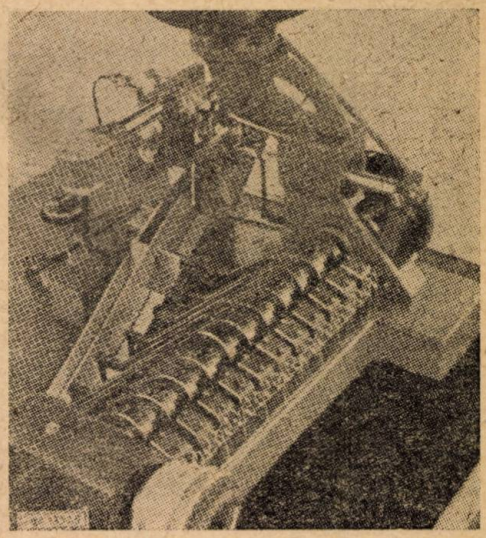


Fig. 5. Un automat electric de sortare.

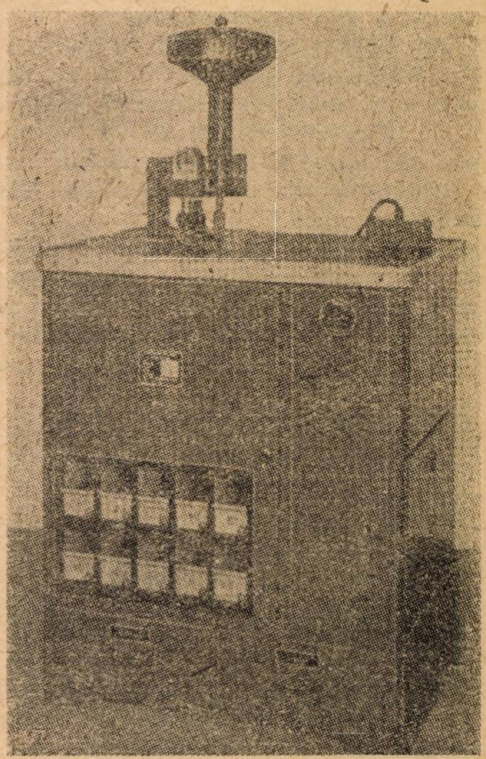


Fig. 6. Automat de verificare şi sortare pentru piese mici cu greutate pînă la 10 g.

mai întîi relaţiile părţilor de determnat şi se introduce apoi diagrama unui sistem de coordonate rectangulare.

Acelaşi procedeu se poate utiliza şi la sortarea în grupe, după diametrul mediu, independent de abaterea admisă la sfericitate.

Fig. 7 şi 8 arată un automat pentru sortarea inelelor de la lagărele de alunecare după diametrul mediu al cursei, care funcţionează după acest principiu. Automatul execută sortarea inelelor înainte de montare, care pînă în

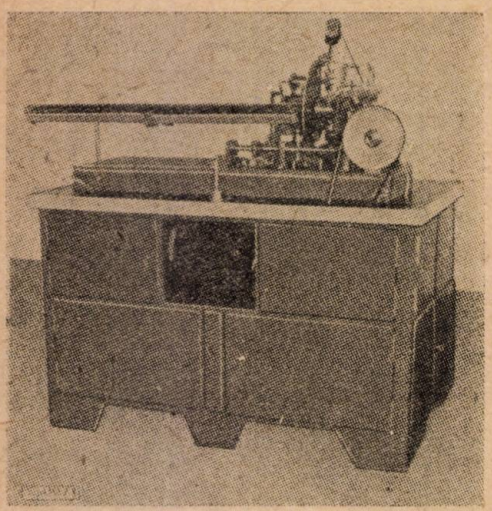


Fig. 7 Automat pentru sortat inele, văzut din faţă

prezent era manuală, şi garantează, în lagărul finisat, jocul minim şi maxim.

Nu este totdeauna posibil ca pentru soluţionarea problemei respective, să se utilizeze de fiecare dată una din construcţiile de automate existente. În aceste cazuri se va dezvolta un automat special, utilizîndu-se piesele existente după principiul de construcţie de elemente standardizate.

Figura 9 arată un exemplu de dezvoltare a unui asemenea automat pentru verificarea bobinelor de film B 2. Aceste bobine trebuie să satisfacă anumite cerinţe dimensionale pentru a nu periclita folosirea filmului înfăşurat. De

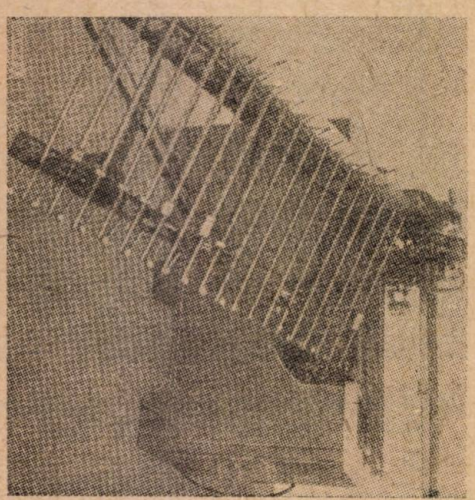


Fig. 8 Automat pentru sortat inele, văzut din spate

aceea, este inevitabilă o verificare de 100 %. Ea se face în felul următor: bobinele ajung de la ultima maşină de prelucrare, direct în automat, unde vor fi sortate în: bune, prea înguste, prea largi, prea mari, dintre care cele prea mari reprezintă rebutul, iar cele prea înguste şi prea largi vor fi din nou ajustate.

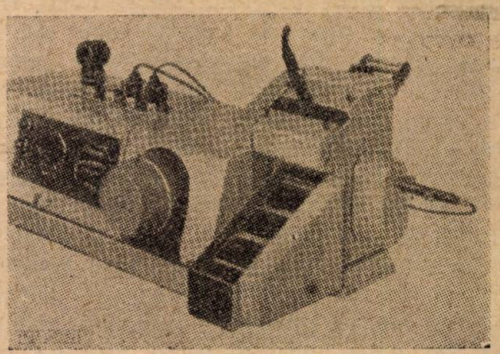


Fig. 9. Automat pentru verificarea bobinelor de film.

În industria fotografică şi a maşinilor de cusut, verificarea automată capătă o importanţă tot mai mare.

APARATE DE VERIFICARE SEMIAUTOMATE
(mica automatizare)

Calculul rentabilităţii nu dă totdeaunap osibilitatea să se introducă o instalaţie complet automată pentru procesul de verificare fie pentru că numărul pieselor de verificat este prea mic, fie pentru că posibilitatea de alimentare automată nu există sau însfîrşit, pentru că este prea mare greutatea pieselor de verificat. În asemenea cazuri se va vedea, dacă, prin introducerea unuui aparat semi-automat, nu s-ar putea obţine o reducere a costului de verificare faţă de metoda manuală de verificare. Aceasta se recomandă mai ales în cazurile în care nu se verifică, spre exemplu, doar un diametru, ci din mai multe măsurări parţiale se trage o concluzie asupra formei piesei respective de verificat.

Principiul de bază al tuturor acestor construcţii este „jos mîinile de pe piesă şi de pe aparatul de măsurat în timpul verificării". Mişcarea piesei se face printr-un mic motor de antrenare şi un sistem de angrenare; în acest caz, obiectivul principal este evitarea de surse adiţionale de erori prin încălzire sau trepidaţii ale mecanismului de angrenare, care să denatureze rezultatul măsurări.

Această metodă nouă de verificare a devenit posibilă abia după aplicarea unui aparat indicator special construit pentru aceasta.

Din cauza masei mici a sistemului de măsurare (bandă de torsiune, oglindă galvanometrică şi indicator luminos, fără masă) semnul luminos de pe scară urmează cu fidelitate de fază toate frecvenţele care apar în mod practic, chiar la o viteză mare de măsurare.

Citirea nu se face ca pînă în prezent prin compararea poziţiei semnului indicator faţă de

scara gradată, ci prin observarea bandei luminoase produsă de mișcare semnului indicator, în ceea ce privește poziția sa față de scară,

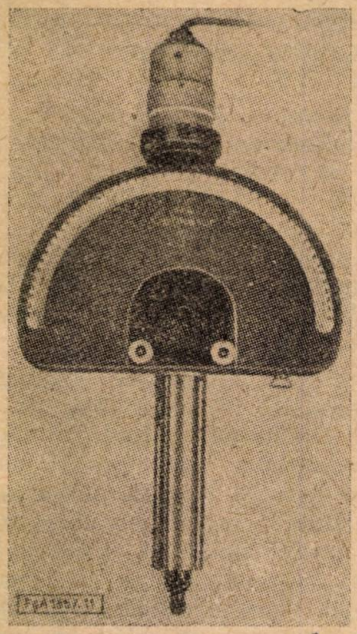


Fig. 10. Opticator

intensitatea luminoasă a diviziunilor din cuprinsul bandei cît și față de frecvență.

Astfel, după o scurtă deprindere cu noul procedeu, verificîndu-se, de exemplu, o piesă care se rotește în aparatul de măsurat, nu se poate determina numai diametrul mediu și abaterea sa maximă în plus sau în minus, ci

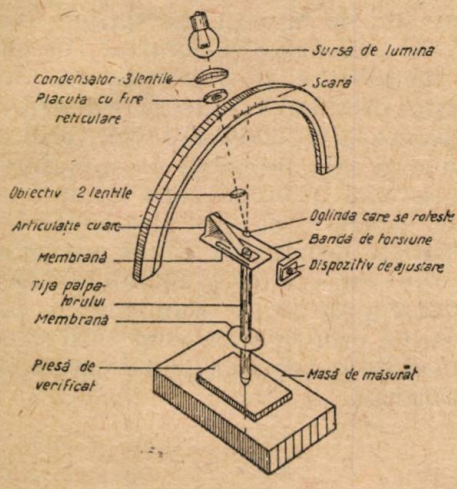


Fig. 11. Schema traiectoriei razei la un opticator.

1. — Sursă de lumină; *2.* — Scară; *3.* — Condensator cu 3 lentile; *4.* — Plăcuță cu fire reticulare; *5.* — Obiectiv cu două lentile; *6.* — Articulație cu arc; *7.* — Membrană; *8.* — Tija palpatorului; *9.* — Membrană; *10.* — Piesă de verificat; *11.* — Oglindă care se rotește; *12.* — Bandă de torsiune; *13.* — Dispozitiv de ajustare; *14.* — Masă de măsurat.

și dacă motivul respingerii este un defect de formă, ca ondulații, ridicături, sau adîncuri parțiale (crestături cauzate de lovire etc.). Asemenea aparate se construiesc pentru verificarea tuturor corpurilor de alimentare ca bile, ace, cilindri, conuri și role butoiaș. De asemenea, cu ele se pot verifica calibre tampon, ace pentru pompe de injecții Diesel, inele pentru lagăre de alunecare și alte piese de precizie asemănătoare.

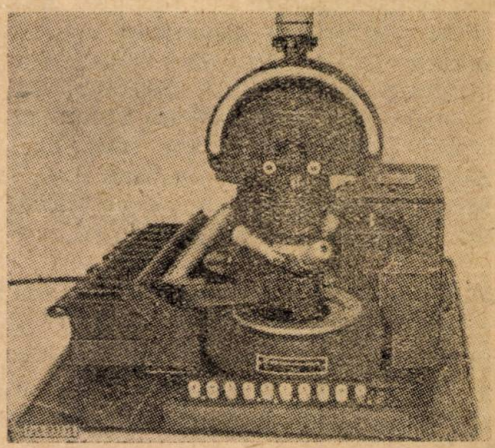


Fig. 12. Aparat pentru măsurarea formei geometrice a bilelor de oțel, cu sortare pe grupe.

Un exemplu de aparat de precizie din această grupă se arată în fig. 12. Acest aparat servește la verificarea formei la bilele pentru lagărele de alunecare. Schema verificării este reprezentată în fig. 13. Piesa de verificat se fixează în 3 puncte, care sînt egal repartizate pe periferia unei calote sferice de 120°. În punctul culminant al acestei calote se află palpatorul aparatului indicator. Alimentarea se face în mod automat dintr-o magazie; de asemenea și transportul la locul de măsurare, verificarea, cît și scoaterea din aparat. Doar ghidarea scoaterii din aparat, corespunzător cu indicația opticatorului, trebuie să fie acționată cu mîna. Abaterile de la diametru sînt indicate cu 1/2 din valoarea lor reală; defectele de formă, în măsura în care sînt cuprinse în cele 120° ale calotei, sînt indicate cu o aproximație dublă din valoarea lor. Rotirea bilei se face de către un disc de frecare care se rotește în 2 planuri, asigurîndu-se astfel cuprinderea suprafeței bilei cu o rețea deasă de puncte măsurate.

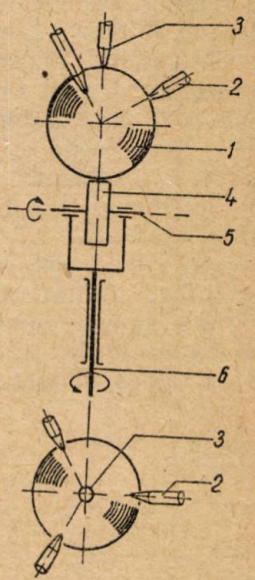


Fig. 13. Schema aparatului de verificat forma geometrică a bilelor.

1. — Piesa de verificat; *2.* — Baza de măsurare; *3.* — Palpator de măsurare; *4.* — Disc de frecare; *5.* — Axă orizontală; *6.* — Axă verticală.

Opticatorul întrebuințat ca aparat indicator are valoarea scării, la alegere, de 0,1 sau 0,2 μ. Pentru a face rentabilă construirea acestor aparate, s-au făcut elemente de

construcție standardizate, rămînînd să se construiască doar organe de alimentare și de scoatere cît și piesele de fixare la locul de măsurare sau eventual să se schimbe pîrghia de măsurare, după specificul verificărilor respective. Aceste aparate de verificat forme nu sînt adecvate pentru măsurarea de laborator a valorilor exacte de sfericitate. În acest caz, trebuie să se facă măsurări în serie, sub diferite unghiuri ale punctelor de aplicație și rezultatul măsurării trebuie calculat din valorile obținute. În practică însă, aceste aparate s-au introdus cu succes și contribuie în mare măsură la creșterea calității.

CE TREBUIE LUAT IN CONSIDERARE LA PROIECTAREA MIJLOACELOR DE MĂSURAT AUTOMATE

Încluzînd în calcule un adaos de timp de 15 % pentru potrivirea, supravegherea și curățirea automatului, rezultă în medie un timp de amortizare de :

320 zile la întreprinderi cu un schimb,
160 zile la întreprindei cu 2 schimburi și
105 zile la întreprinderi cu 3 schimburi.

Utilizarea mijloacelor de măsurare automate cer însă, după cum s-a mai arătat, curățenie scrupuloasă, atît a pieselor de măsurat cît și a încăperii de verificare. Cheltuielile pentru aceasta sînt în funcție de măsura în care condițiile de fapt, normale pentru o încăpere de verificat, sînt deja îndeplinite. Acestea sînt în esență : încăpere separată pentru automatul de verificare, pe cît posibil termostatată, podea pardosită cu linoleum, pereți vopsiți în ulei, cutii pentru piesele de verificat, prevăzute cu capace și schimbarea încălțămintei personalului verificator, în fața ușii de la încăperea de verificare.

Cheltuielile pentru mijloacele de verificare automată depind în mare măsură de numărul punctelor care trebuie verificate la piesa respectivă, de precizia cu care trebuie făcută verificarea și de poziția bazei față de dimensiunile de verificat. De foarte multe ori, printr-o mică modificare dimensională a desenului, se obține o bază relativ simplă pentru executarea măsurării automate.

Cînd se cer informații despre mijloace de măsurare automată, se va trimite totdeauna și un desen al piesei de verificat, indicîndu-se dimensiunile care trebuie verificate, cît și toleranțele lor, însoțite de o piesă model. În toate cazurile este necesar să se clarifice condițiile tehnice, înainte de începerea lucrărilor de construcție, pentru a deveni inutile, respectiv imposibile, toate reclamațiile sau neînțelegerile ulterioare.

Cîteva exemple pentru aceasta. La trierea de role cilindrice după diametru, trebuie verificată în același timp și lungimea după plus — bună — minus. Pentru suprafețele de bază ale rolei există o anumită toleranță a înclinației față de axă. În consecință, palpatorul pentru lungime trebuie dispus în așa fel ca în urma unei înclinări a rolei, sortarea după diametru să nu fie influențată.

După desen, piesele de verificat nu au bavură, modelele trimise însă au o bavură de tăiere. De aceea, palpatorul de măsurare trebuie prelucrat în mod special pentru punctele de atingere în bavura piesei de verificat, pentru a exclude erori de măsurare.

Există posibilitatea ca printre piesele de verificat să se găsească piese cu o formă asemănătoare, dar cu alte dimensiuni. În acest caz automatul trebuie să aibă o instalație de siguranță, care împiedică deranjamentele sau deteriorările cauzate de aceste piese ce au aici rolul de corpuri străine.

Toate aceste probleme trebuie, fără îndoială, clarificate și specificate apoi în condițiile tehnice, care angajează pe producător și pe beneficiar.

Acest articol, scurt în raport cu volumul mare al domeniului, urmărește să arate în ce măsură întreprinderile constructoare de aparate de măsurat sînt în situația să sprijine industria în sectorul „măsurare și control", în misiunea ei de mecanizare și automatizare. Articolul urmărește stimularea ridicării calității produselor noastre la un nivel mai înalt, prin metode mai bune și mai raționale de măsurare și de verificare. Noi știm cu toții că în comerțul exterior, astăzi, și cu atît mai mult cînd unitatea patriei noastre va fi un adevăr, trebuie să dovedim capacitatea și rentabilitatea economiei noastre de stat. Numai prin pildă și exemplu, nu prin cuvinte, vom reuși să convingem lumea de justețea drumului nostru, drumul spre socialism.